



**Escuela Superior  
de Ingeniería y Tecnología**  
Universidad de La Laguna

**GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA**

**Trabajo de Fin de Grado**

# **INSTALACIÓN ELÉCTRICA, CONTRA INCENDIOS Y DE VENTILACIÓN DE UN GIMNASIO**

**JULIO 2023**

**AUTOR: SANTIAGO FARÍAS PEÑA.**

**TUTOR: BENJAMÍN GONZÁLEZ DÍAZ**



## Hoja de identificación:

### TÍTULO DEL PROYECTO:

Instalación eléctrica, contra incendios y de ventilación de un gimnasio.

### EMPLAZAMIENTO:

C/ Subida el Mayorazgo 20 c, 38110 Santa Cruz de Tenerife

Término Municipal: Santa Cruz de Tenerife

Provincia: Santa Cruz de Tenerife.

### PROYECTISTA:

Nombre del autor: Santiago Farías Peña

DNI: 79094484Z

Correo electrónico: alu000908121@ull.edu.es

### RESPONSABLE DE LA TUTORÍA DEL PROYECTO:

Nombre: Benjamín González Díaz

Localización: Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT

Despacho: Segunda planta, despacho P2.085

Teléfono: 922 316 502 ext: 6252

Correo electrónico: bgdiaz@ull.edu.es

### PROMOTOR:

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología de la Universidad de La Laguna.



## ÍNDICE GENERAL

MEMORIA.....	13
1.1. Objeto del proyecto.....	16
1.2. Antecedentes del Proyecto.....	16
1.3. Alcance del proyecto.....	16
1.4. Normativas y referencias.....	17
1.4.1. Normativas.....	17
1.4.2. Referencias.....	18
1.4.3. Bibliografía.....	18
1.5. Software utilizado.....	19
1.6. Descripción del edificio.....	20
1.7. Emplazamiento.....	21
1.8. Análisis del diseño.....	23
1.8.1. Instalación de ventilación.....	23
1.8.1.1. Volumen del gimnasio.....	24
1.8.1.2. Ventilador.....	24
1.8.1.4. Conductos.....	26
1.8.1.5. Rejillas.....	28
1.8.1.6. Ventilación en el resto de salas.....	28
1.8.2. Instalación de contraincendios.....	30
1.8.3. Instalación de Iluminación.....	30
1.8.4. Instalación de iluminación de emergencia.....	32
1.8.5. Instalación en baja tensión.....	34
1.8.5.1. Consumo estimado de la instalación.....	34
1.9. Planificación.....	37
1.10. Presupuesto.....	37
ANEXOS.....	39
ANEXO I.....	43
2.1.1. Descripción.....	46
2.1.2. Volumen total de la nave.....	47
2.1.2. Cálculos.....	51
2.1.2.1. Conducto derecho (CD).....	51
2.1.2.1.1. Pérdidas de carga de codo y cambio de sección.....	53
2.1.2.2. Conducto izquierdo (CI).....	57
2.1.2.1.1. Pérdidas cargas codos y cambios de secciones.....	59

2.1.2.3. Filtros. ....	62
2.1.2.4. Pérdidas de cargas totales en los conductos. ....	65
2.1.3. Dimensionado de la instalación. ....	66
2.1.3.1. Elección de los ventiladores. ....	66
2.1.3.2. Rejillas. ....	69
2.1.3.2.1. Expulsión del aire. ....	70
2.1.3.3. Ventilación del resto de salas. ....	71
2.1.3.3.2. Ventilación natural en oficina. ....	72
ANEXO II. ....	75
2.2.1. Descripción. ....	77
2.2.1.1. Edificio. ....	77
2.2.2. Instalaciones de protecciones de contra incendios. ....	77
2.2.2.1. Extintores de incendio. ....	77
2.2.2.2. Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios. ....	78
2.2.2.3. Intervención de los bomberos. ....	78
2.2.3. Evacuación del establecimiento. ....	78
2.2.3.2. Número de salidas y longitud. ....	78
2.2.3.3. Dimensionado de los medios de evacuación. ....	79
2.2.3.4. Señalización de los medios de evacuación. ....	79
ANEXO III. ....	80
2.3.1. Descripción. ....	82
2.3.2. Cálculos de iluminación. ....	82
ANEXO IV. ....	104
2.4.1. Descripción. ....	106
2.4.2. Cálculos de iluminación. ....	107
ANEXO V. ....	125
2.4.1. Potencia de la instalación y circuitos. ....	127
2.4.2. Cálculos justificativos. ....	132
2.4.2.1. Cálculo de intensidad. ....	132
2.4.2.2. Cálculo de la caída de tensión. ....	132
2.4.2.3. Cálculo de las protecciones. ....	134
2.4.3. Dimensionado de la instalación. ....	135
2.4.3.1. Derivación individual. ....	135
2.4.3.3. Caída de tensión. ....	138
ANEXO VI. ....	139

2.6. Estudio Básico de Seguridad y Salud.....	142
2.6.1. Objeto. ....	142
2.6.2. Condiciones de las instalaciones.....	143
2.6.3. Actividades a realizar. ....	143
2.6.4. Análisis de los riesgos.....	144
2.6.4.1. Trabajo en altura.....	144
2.6.4.2. Transporte de material .....	147
2.6.4.3. Montaje de componentes.....	149
2.6.4.4 Herramientas manuales.....	150
2.6.4.5. Uso de andamios, plataformas elevadoras y escaleras móviles.....	151
2.6.4.6. Trabajos en tensión.....	153
2.6.4.7. Trabajos próximos a elementos en tensión.....	155
2.6.4.8. Trabajos sin tensión. ....	156
2.6.5. Mantenimiento y uso de los equipos de protección. ....	158
2.6.6. Medios auxiliares y otras normas de seguridad de aplicación según obra. .....	159
2.6.6.1. Servicios de prevención. ....	159
2.6.6.2. Seguros de responsabilidad civil y todo riesgo en la obra. ....	159
2.6.6.3. Formación. ....	160
2.6.6.4. Reconocimientos médicos. ....	160
2.6.7. Medidas de emergencia.....	160
2.6.7.1. Primeros auxilios.....	161
2.6.7.2. Medio de auxilio.....	161
2.6.7.3. Asistencia a los accidentados.....	162
2.6.8. Análisis y prevención de riesgos catastróficos.....	163
PLIEGO DE CONDICIONES.....	201
4.1. Definición y alcance del proyecto. ....	206
4.2. Generalidades del Pliego de condiciones.....	206
4.2.1. Forma y dimensiones. ....	206
4.2.2. Condiciones generales que deben cumplir los materiales y unidades de obra.....	206
4.2.3. Documentos de obra. ....	207
4.2.4. Legislación social.....	207
4.2.5. Seguridad pública.....	207
4.3. Condiciones de índole legal. ....	207

4.3.1. Documentos del proyecto.....	207
4.3.2. Plan de obra. ....	207
4.3.3. Planos.....	208
4.3.4. Especificaciones. ....	208
4.3.5. Objeto de los planos y especificaciones. ....	208
4.3.6. Divergencias entre los planos y especificaciones. ....	208
4.3.7. Errores en los planos y especificaciones.....	208
4.3.8. Adecuación de planos y especificaciones. ....	209
4.3.9. Instrucciones adicionales.....	209
4.3.10. Copias de los planos para realización de los trabajos.....	209
4.3.11. Propiedad de los planos y especificaciones.....	210
4.3.12. Contrato. ....	210
4.3.13. Contratos separados. ....	210
4.3.14. Subcontratos.....	211
4.3.15. Adjudicación.....	211
4.3.16. Subastas y concursos. ....	211
4.3.17. Formalización del contrato. ....	212
4.3.18. Responsabilidad del Contratista. ....	212
4.3.19. Reconocimiento de obra con vicios ocultos. ....	212
4.3.20. Trabajos durante una emergencia.....	213
4.3.21. Suspensión del trabajo por el propietario. ....	213
4.3.22. Derecho del propietario a rescisión del contrato. ....	213
4.3.23. Forma de rescisión del contrato por parte de la propiedad.....	213
4.3.24. Derecho del contratista para cancelar el contrato. ....	214
4.3.25. Causas de rescisión del contrato. ....	214
4.3.26. Devolución de la fianza. ....	215
4.3.27. Plazo de entrega de las obras. ....	215
4.3.28. Daños a terceros. ....	215
4.3.29. Policía de obra.....	215
4.3.30. Accidentes de trabajo. ....	215
4.3.31. Régimen Jurídico.....	216
4.3.32. Seguridad social. ....	216
4.3.33. Responsabilidad civil.....	217
4.3.34. Impuestos.....	217
4.3.35. Disposiciones legales y permisos. ....	217

4.4. Condiciones de índole facultativas.....	218
4.4.1. Definiciones.....	218
4.4.2. Oficina de obra.....	220
4.4.3. Trabajos no estipulados en el pliego de condiciones generales.....	220
4.4.4. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.....	220
4.4.5. Reclamaciones contra las órdenes del Ingeniero Director.....	221
4.4.6. Recusación por el contratista de la Dirección Facultativa.....	221
4.4.7. Despidos por falta de subordinación, por incompetencia o por manifiesta mala fe.....	221
4.4.8. Comienzo de las obras, ritmo y ejecución de los trabajos.....	221
4.4.9. Orden de los trabajos.....	222
4.4.10. Libro de órdenes.....	222
4.4.11. Condiciones generales de ejecución de los trabajos.....	223
4.4.12. Ampliación del proyecto por causas imprevistas.....	223
4.4.13. Prórrogas por causas de fuerza mayor.....	223
4.4.14. Obras ocultas.....	224
4.4.15. Trabajos defectuosos.....	224
4.4.16. Modificación de trabajos defectuosos.....	224
4.4.17. Vicios ocultos.....	224
4.4.18. Materiales no utilizados.....	225
4.4.19. Materiales y equipos defectuosos.....	225
4.4.20. Medios auxiliares.....	225
4.4.21. Comprobaciones de las obras.....	226
4.4.22. Normas para las recepciones provisionales.....	226
4.4.23. Conservación de las obras recibidas provisionalmente.....	226
4.4.24. Medición definitiva de los trabajos.....	227
4.4.25. Recepción definitiva de las obras.....	227
4.4.26. Plazos de garantía.....	228
4.5. Condiciones de índole económica.....	228
4.5.1. Base fundamental.....	228
4.5.2. Garantía.....	228
4.5.3. Fianza.....	229
4.5.4. Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza.....	229
4.5.5. De su devolución en general.....	229

4.5.6. De su devolución en caso de efectuarse recepciones parciales. ....	229
4.5.7. Revisión de precios. ....	230
4.5.8. Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas. ....	230
4.5.9. Descomposición de los precios unitarios. ....	230
4.5.10. Precios e importes de ejecución material. ....	231
4.5.11. Precios e importes de ejecución por contrata. ....	232
4.5.12. Gastos generales y fiscales. ....	232
4.5.13. Gastos imprevistos. ....	232
4.5.14. Beneficio industrial. ....	232
4.5.15. Honorarios de la dirección técnica y facultativa. ....	232
4.5.16. Gastos por cuenta del contratista. ....	233
4.5.17. Precios contradictorios. ....	234
4.5.18. Mejoras de obras libremente ejecutadas. ....	234
4.5.19. Abono de las obras. ....	234
4.5.20. Certificaciones. ....	235
4.5.21. Demora en los pagos. ....	236
4.5.22. Penalización económica al contratista por el incumplimiento de compromisos. ....	236
4.5.23. Rescisión del contrato. ....	237
4.5.24. Seguro de las obras. ....	237
4.5.25. Conservación de las obras. ....	238
4.6. Condiciones de índole técnica. ....	238
4.6.1. Instalación de contra incendio. ....	238
4.6.2. Instalación de electricidad. ....	240
4.6.3 Instalación de ventilación. ....	268
4.6.4. Pruebas de las instalaciones. ....	271
4.6.5. Observaciones. ....	272
<b>PRESUPUESTO</b> .....	<b>273</b>

**ABSTRACT:**

This project focuses on the integration of electrical installation, fire protection systems, and ventilation for a gym within an existing warehouse located in Santa Cruz de Tenerife. The objective was to repurpose a section of the warehouse into a functional gym facility while ensuring compliance with Spanish regulations and conducting necessary calculations.

The electrical installation component involved designing and implementing an electrical network to meet the power requirements of the gym equipment and lighting systems. Calculations were performed to determine load capacities, wiring configurations, and safety measures in accordance with Spanish regulations. Fire protection systems were carefully planned and installed to ensure the safety of occupants and equipment.

Ventilation systems were designed to maintain adequate airflow and indoor air quality within the gym area. Proper calculations were conducted to determine the ventilation requirements and ensure efficient and effective operation. Additionally, a budget was considered during the planning and implementation phases, ensuring cost-effective solutions were adopted.



# INSTALACIÓN ELÉCTRICA, CONTRA INCENDIOS Y DE VENTILACIÓN DE UN GIMNASIO

---

**Trabajo de Fin de Grado**

# MEMORIA

## ÍNDICE MEMORIA

1.1. Objeto del proyecto. ....	16
1.2. Antecedentes del Proyecto. ....	16
1.3. Alcance del proyecto. ....	16
1.4. Normativas y referencias. ....	17
1.4.1. Normativas. ....	17
1.4.2. Referencias. ....	18
1.4.3. Bibliografía. ....	18
1.5. Software utilizado. ....	19
1.6. Descripción del edificio. ....	20
1.7. Emplazamiento. ....	21
1.8. Análisis del diseño. ....	23
1.8.1. Instalación de ventilación. ....	23
1.8.1.1. Volumen del gimnasio. ....	24
1.8.1.2. Ventilador. ....	24
1.8.1.4. Conductos. ....	26
1.8.1.5. Rejillas. ....	28
1.8.1.6. Ventilación en el resto de salas. ....	28
1.8.2. Instalación de contraincendios. ....	30
1.8.3. Instalación de Iluminación. ....	30
1.8.4. Instalación de iluminación de emergencia. ....	32
1.8.5. Instalación en baja tensión. ....	34
1.8.5.1. Consumo estimado de la instalación. ....	34
1.9. Planificación. ....	37
1.10. Presupuesto. ....	37

## Índice de figuras.

Figura 1. Exterior de la nave

Figura 2. Ampliación mapa zona noreste Tenerife.

Figura 3. Parcela de la vivienda.

Figura 4. Datos catastrales.

Figura 5: Ventilador centrífugo de baja presión S&P modelo CMB-10/10

Figura 6: Características del filtro

Tabla 7: Características técnicas modelo HVE-230 AE

Figura 8: Características técnicas ventilador HV-STYLVENT modelo HVE-230 AE

Figura 9: Luminaria Hydra LD

## Índice de tablas.

Tabla 1: Volumen y renovación de aire de las salas principales

Tabla 2: Características del conducto derecho

Tabla 3.: Características del conducto izquierdo

Tabla 4: Área de las rejillas del conducto

Tabla 5: Rejillas de expulsión al exterior

Tabla 6: Volumen de aire del resto de salas

Tabla 7: Características técnicas modelo HVE-230 AE

Tabla 8: Datos referencia lúmenes por estancia

Tabla 9: Potencias por circuito

Tabla 10: Diagrama de Gantt tareas

## Índice de gráficas.

Gráfica 1: Curva característica del ventilador

## 1.1. Objeto del proyecto.

Este proyecto tiene como objeto la adaptación de un sector de una nave industrial ya existente para su uso como gimnasio deportivo.

Para ello se proyectarán las instalaciones eléctricas y de iluminación, contra incendios y de ventilación necesarias con el apoyo gráfico necesario para la mejor comprensión posible, además de plantear un presupuesto para estas instalaciones.

## 1.2. Antecedentes del Proyecto.

Se dispone de una nave industrial en la calle Subida el Mayorazgo 20 c, en el municipio de Santa Cruz de Tenerife con referencia catastral 4371243CS7447S0001FM.

El propósito principal de esta nave es servir como un granero, pero también cuenta con un área adicional sin uso, la cual está destinada a albergar las instalaciones del gimnasio. La función principal de este gimnasio es satisfacer las necesidades deportivas de los trabajadores de las empresas cercanas, sobre todo aquellos con horarios partidos que no cuentan con la posibilidad de desplazarse por cuestiones de tiempo.

## 1.3. Alcance del proyecto.

El alcance del proyecto abarca la planificación, diseño e implementación de un gimnasio completo en una nave existente, con un enfoque en la instalación eléctrica, de ventilación y contra incendios.

Los principales puntos incluidos en el alcance del proyecto son:

- Instalación eléctrica: Se llevará a cabo el diseño y la implementación de un sistema eléctrico sobredimensionado que cumpla con los estándares de seguridad y sea capaz de soportar la adición de elementos eléctricos adicionales en el futuro. Esto incluirá la instalación de puntos de energía, iluminación, tomas de corriente y cualquier otro componente eléctrico necesario.
- Sistema de ventilación: Se diseñará y se instalará un sistema de ventilación eficiente que garantice una calidad de aire adecuada dentro del gimnasio. Esto

incluirá la selección e instalación de extractores de aire, ventiladores, conductos y rejillas.

- Sistemas contra incendios: Se implementará un sistema de prevención y protección contra incendios que cumpla con las normativas vigentes. Esto implica la instalación de detectores de extintores, señalización, iluminación y salidas de emergencia adecuadas.

## 1.4. Normativas y referencias.

### 1.4.1. Normativas.

Con el objetivo de cumplir con el marco legal correspondiente, se han llevado a cabo los cálculos y consideraciones de diseño pertinentes, siguiendo la normativa vigente. De esta manera, la ejecución del proyecto según lo expuesto en este documento garantiza la realización de una obra segura y legal.

A continuación, se detallan las normativas aplicadas a las diferentes secciones que componen este proyecto:

- Redacción del proyecto:
  - Norma UNE 157001.
- Instalación eléctrica:
  - REBT 2002: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus posteriores modificaciones.
  - Guías Técnicas de aplicación al REBT.
  - Norma UNE-HD 60364-4-43: Protección para garantizar la seguridad contra sobrecargas.
  - Reglamento ITC.
  - Normas particulares de la empresa suministradora en la Comunidad Autónoma.
- Instalación de iluminación:
  - Norma UNE 12464.1: Norma europea sobre iluminación para interiores.
  - CTE-DB-HE: Código Técnico Estructural - Documento Básico - Ahorro de Energía.

- Instalación contra incendios:
  - o CTE-DB-SI: Código Técnico Estructural - Documento Básico - Seguridad en caso de Incendio.
- Instalación de renovación de aire:
  - o RITE: Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
  - o Guía Técnica: Instalaciones de climatización con equipos autónomos.

Cada una de estas normativas ha sido considerada y aplicada durante el desarrollo del proyecto, asegurando el cumplimiento de los estándares requeridos en cada área específica.

#### 1.4.2. Referencias.

- Cálculos de caídas de tensión. Valores oficiales de conductividad para Cu y Al. (2019) (Consultada en julio de 2023) <https://www.prysmianclub.es/n2-calculos-de-caidas-de-tension-valores-oficiales-de-conductividad-para-cu-y-al/>
- Método de lúmenes. (2019) (Consultada en mayo 2023) <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/diseño-y-distribución-en-planta/metodo-de-lumenes/>
- Calcula cuánta potencia realmente necesitas. (2016) (Consultada en mayo de 2023) <http://www.bajatelapotencia.org/la-potencia-que-necesitas/>
- Casos reales de instalaciones de ventilación. Soler & Palau (Consultada en 2023) <https://www.solerpalau.com/es-es/casos-practicos/>
- Cálculo de ventilación Casals (Consultada en mayo 2023) <https://www.casals.com/es/herramientas-de-ventilacion/calculos-de-ventilacion/renovacion-de-aire-en-locales-tipicos/>

#### 1.4.3. Bibliografía.

Para el desarrollo del proyecto se ha hecho uso de libros, webs y textos que se consideran necesarios para la justificación de las soluciones adoptadas:

- GRAFCAN: <https://visor.grafcan.es/visorweb/> (Consultada en 2023).
- Soler & Palau: <https://www.solerpalau.com/es-es/> (Consultada en 2023)

- Generador de precios, CYPE: <http://www.generadordeprecios.info/#gsc.tab=0> (Consultada en 2023).
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red. (Consultada en 2023).
- Pliego de Condiciones Técnicas para Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión. (Consultada en 2023).
- Boletín Oficial del Estado (BOE): <https://www.boe.es/> (Consultada en 2023).
- Catálogo de luminarias (Consultada en 2023): <https://www.lighting.philips.es/prof>
- Guia técnica para instalaciones de climatización IDAE (Consultada en 2023) <https://www.idae.es/publicaciones/guia-tecnica-instalaciones-de-climatizacion-con-equipos-autonomos>

## 1.5. Software utilizado.

En este apartado se presentan los programas y herramientas utilizados durante el desarrollo del proyecto:

- Microsoft Word: Software de procesamiento y edición de textos.
- Microsoft Excel: Aplicación de hojas de cálculo para trabajar con datos numéricos.
- AutoCAD: Software de diseño utilizado para la creación de planos.
- DIALux: Software empleado para el cálculo y diseño de las luminarias a instalar en las estancias.
- Arquímedes (Cype): Aplicación utilizada para la elaboración de presupuestos.
- CYPE Ingenieros. Generador de precios: Software informático que proporciona costes ajustados a la realidad, utilizado para la realización de presupuestos.
- Visor GRAFCAN: Visor gratuito de Islas Canarias, empleado para obtener mapas de ubicación y aclaraciones necesarias incluidas en el proyecto.
- Daisalux: Herramienta adicional utilizada en el diseño y cálculo de sistemas de iluminación de emergencia.
- Photoshop: Software utilizado para la edición y creación de algunas figuras presentadas en el proyecto.

- Generador de precios Cype: Software para la obtención de precios precisos y ajustados a la realidad para obras.

Estas herramientas y programas han sido empleados de manera adecuada para apoyar el desarrollo y la presentación del proyecto, garantizando la calidad y precisión de los resultados obtenidos.

## 1.6. Descripción del edificio.

El edificio es una nave industrial de 4900 metros cuadrados, 70 metros de largo y 70 metros de ancho, y presenta una altura de 10 metros. De esta nave se dispondrá un sector de 23 metros de largo, 10 metros de ancho y 4 metros de alto para el gimnasio de este proyecto, de los cuales se utilizarán 0,5 metros para un falso techo, dejando 3,5 metros de altura para todo el gimnasio. Para acceder a este presenta un acceso principal y uno de emergencia dentro de la misma nave. Dentro de la nave se puede acceder por los alrededores a través de ventanas en caso de emergencia. Dentro del gimnasio se presentan las siguientes salas:

- Oficina: Pequeña sala de 3 metros de largo y 2,1 metros de ancho situada a la derecha de la entrada.
- Almacén: Pequeña sala al final del recinto de 3 metros de ancho y 3,5 metros de largo.
- Baño para personas con movilidad reducida: baño con unas dimensiones de 4 metros de ancho y 3,5 metros de largo situado junto a la fachada del edificio.
- Baños masculino y femenino: situados entre los almacenes y el baño de movilidad reducida ambos con unas dimensiones de 8 metros de ancho por 3,5 metros de largo. Cuentan con pequeños habitáculos de 1 metro de ancho y un metro de largo para las duchas, 1,6 metros de ancho y 1,75 metros de ancho para los baños; y 2 metros de ancho y 1,6 metros de largo para las duchas de movilidad reducida.
- Zona general: compuesta por la entrada, recepción y sala de musculación. Cuenta con un área total de 140 metros cuadrados.

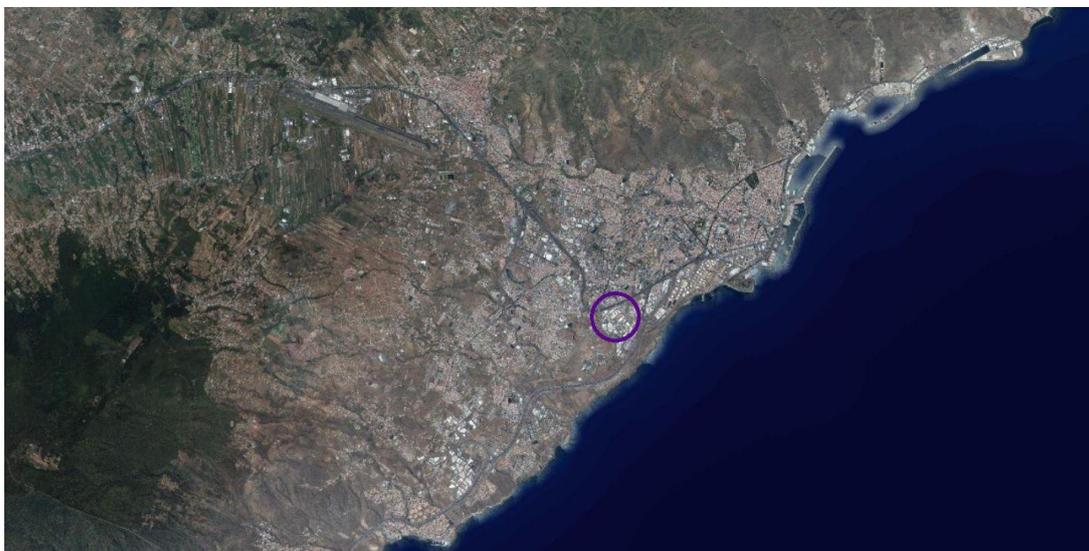
El área total del gimnasio es de 230 metros cuadrados.



*Figura 1. Exterior de la nave.*

## 1.7. Emplazamiento.

La nave industrial en la que se realizarán las distintas instalaciones se encuentra situada en la provincia de Santa Cruz de Tenerife, en el municipio de Santa Cruz, más concretamente en el Polígono Industrial del Mayorazgo. C/ Subida el Mayorazgo 20c. Código Postal: 38110.



*Figura 2. Ampliación mapa zona noreste Tenerife.*

En la siguiente imagen se ve la colocación aproximada del gimnasio en la nave:



Figura 3. Parcela de la vivienda.

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE	
Referencia catastral	4371243CS7447S0001FM  
Localización	CL SUBIDA AL MAYORAZGO 20(C) 38110 SANTA CRUZ DE TENERIFE (SANTA CRUZ) (S.C. TENERIFE)
Clase	Urbano
Uso principal	Industrial
Superficie construida 	4.730 m <sup>2</sup>
Año construcción	1970

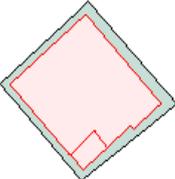
PARCELA CATASTRAL	
	Parcela construida sin división horizontal
Localización	CL SUBIDA AL MAYORAZGO 20(C) SANTA CRUZ DE TENERIFE (SANTA CRUZ) (S.C. TENERIFE)
Superficie gráfica	6.054 m <sup>2</sup>

Figura 4. Datos catastrales.

## 1.8. Análisis del diseño.

La nave a la que se le requieren hacer las instalaciones está diseñada y no es incumbencia de este proyecto la comprobación de la cimentación y las cargas estructurales, tanto de lo que está diseñado ni de las posibles cargas que se puedan añadir tras la realización de las instalaciones que este proyecto conlleve.

Se ha considerado la altura de la nave en la instalación del sistema de ventilación con el fin de expulsar el aire caliente de manera efectiva. Para lograr esto, se ha colocado un ventilador a una altura de 3,5 metros del suelo para impulsar el aire y expulsarlo en la parte alta de la nave. Este enfoque permite que el aire frío impulsado descienda, mientras que el aire caliente existente en el interior de la nave asciende. Se ha optado por implementar un sistema de sobrepresión, en el cual ingrese más aire del que sale, para garantizar un flujo adecuado. Además, se ha aprovechado la ventilación natural en las salas con ventanas para lograr una ventilación adicional en esas áreas.

En la instalación de iluminación se han instalado luminarias led con flujos lumínicos suficientes, así como algunas de ellas en suspensión, lo que reducirá el número de luminarias necesarias por estar más próximas a las zonas que requieren esta luz, y tener una luminosidad suficiente y acorde a la norma.

Para la instalación de sistemas contra incendios, no ha sido necesario realizar un diseño específico, ya que la normativa establece claramente la ubicación requerida para las medidas de protección. El enfoque principal del diseño se centra en la colocación adecuada de puertas de emergencia y diversos dispositivos de protección, con el objetivo de cubrir la mayor cantidad posible de puntos críticos según lo indicado.

Para la instalación de la baja tensión se ha tenido en cuenta las indicaciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Dimensionando los circuitos de manera equilibrada entre ellos.

### 1.8.1. Instalación de ventilación.

Esta instalación se encargará de renovar el aire de las zonas que lo requieran. Para la realización de la instalación de ventilación se estudian varias posibilidades como la de instalar varios ventiladores o de instalar únicamente uno mayor, además se estudia la posibilidad de hacer que la nave trabaje a sobrepresión en el interior o al contrario trabajar a baja presión.

Finalmente se opta por trabajar a sobrepresión con dos conductos principales con un ventilador por cada uno para la zona general y los baños masculino y femenino, y unos pequeños ventiladores de extracción para el baño de movilidad reducida y el almacén, que entrarán en funcionamiento cuando se active el interruptor de la luz.

La elección se inclina hacia la instalación de ventiladores centrífugos, ya que son los más idóneos para contrarrestar las pérdidas de carga provocadas por filtros y conductos. Se decide instalar un ventilador de mayor capacidad de la necesaria, ya que los ventiladores que operan en su límite máximo consumen más energía y generan una mayor contaminación acústica. De hecho, estos ventiladores trabajarán en su punto de operación ofreciendo un rendimiento máximo.

El enfoque de ventilación mecánica mediante sobrepresión implica la entrada de una mayor cantidad de aire en comparación con la salida de la sala, lo que genera un estado de sobrepresión dentro del gimnasio. Los ventiladores se encargarán de impulsar el flujo de aire desde el suelo hacia la parte superior de la nave, donde este aire tendrá una temperatura más baja que el ambiente interior. Como resultado, el aire más frío descenderá hacia el suelo de la nave, mientras que el aire caliente presente en la sala se elevará y se evacuará a través de rejillas situadas en el falso techo.

La oficina presenta una ventana, se comprueba que la ventilación natural es suficiente. Con ellas se reducirá el volumen de aire a impulsar y disminuirá el consumo de energía.

#### 1.8.1.1. Volumen del gimnasio.

En la siguiente tabla se observa el volumen de aire requerido en el gimnasio una vez hemos tenido en cuenta las renovaciones requeridas.

Ventilación	Volumen total (m <sup>3</sup> )	Renovaciones/h	Volumen total (m <sup>3</sup> /h)	Volumen total (m <sup>3</sup> /s)	Método ventilación
<b>Zona general</b>	491,33	6	2947,98	0,819	Mecánica
<b>Oficina</b>	22,05	6	132,3	0,037	Natural
<b>Baños</b>	193,55	15	2903,25	0,806	Mecánica
<b>Baño MR</b>	47,775	6	286,65	0,080	Mecánica
<b>Almacén</b>	36,75	6	220,5	0,061	Mecánica

*Tabla 1: Volumen y renovación de aire de las salas principales.*

#### 1.8.1.2. Ventilador

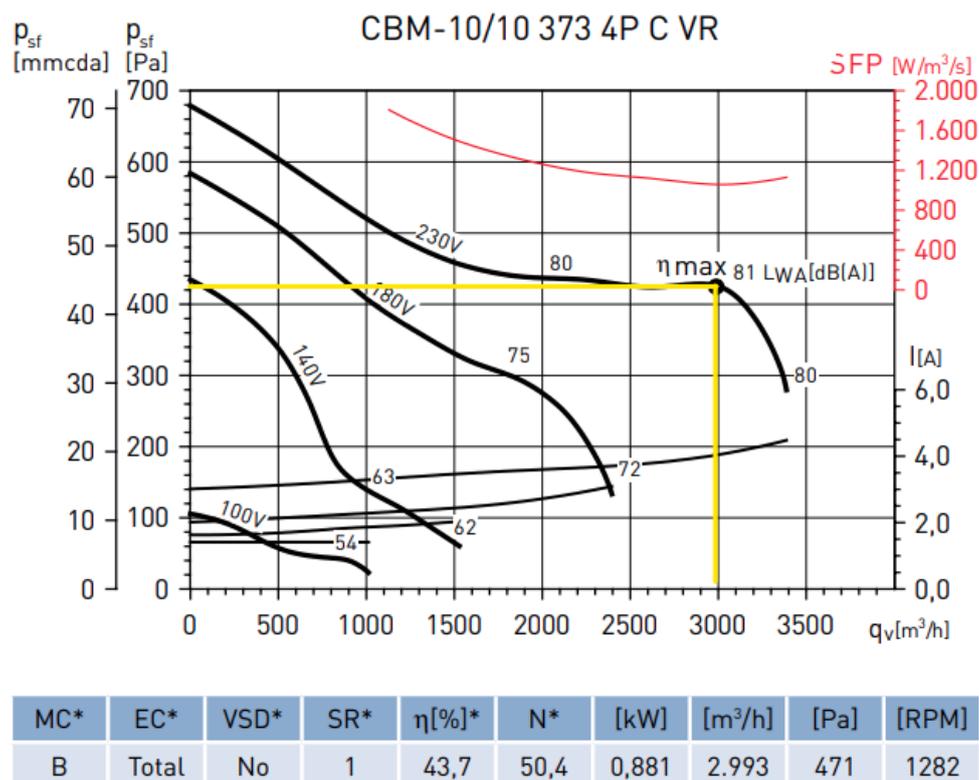
Con el fin de proporcionar el caudal requerido, se ha tomado la decisión de instalar dos ventiladores que serán capaces de satisfacer las necesidades de la instalación. Se ha optado por utilizar ventiladores centrífugos, los cuales son capaces de superar las pérdidas de carga que se producen en el conducto.

El ventilador seleccionado será el ventilador centrífugo de baja presión S&P modelo CMB-10/10 373 4P C VR.



Figura 5: Ventilador centrífugo de baja presión S&P modelo CMB-10/10.

En la siguiente grafica se observa su punto de funcionamiento, donde se aprecia que cumple los requisitos demandados:



Gráfica 1: Curva característica del ventilador.

### 1.8.1.3. Filtro

El filtro instalado será el de la siguiente figura:



Tipo de caja para el filtro	Grosor filtro mm	Caudales y caídas de presión según filtro											
		VCPRFG4		VCFM5		M6 ePM10 70%		VCFF7 ePM1 55%		VCFF9 ePM1 80%		VCFC Carbón activado	
		m <sup>3</sup> /h	ΔPa	m <sup>3</sup> /h	ΔPa	m <sup>3</sup> /h	ΔPa	m <sup>3</sup> /h	ΔPa	m <sup>3</sup> /h	ΔPa	m <sup>3</sup> /h	ΔPa
CFPFB450	Bolsa 380	3000	45	3000	52	3000	65	3000	104	3000	143		
	24	3000	108			3000	148	3000	194	3000	232	2350	211
	48	3000	108	3000	125	3000	125	3000	175	3000	225	1700	222
	98			3000	100	3000	100	3000	137	3000	200	1250	217

Figura 6: Características del filtro.

Se instalará un filtro y un prefiltro de clase F7 en cada conducto que cumplen sobradamente con los exigidos en el RITE, en el que se pide un mínimo de F6 y F7 respectivamente. Para ello, se selecciona un filtro marca Caexven modelo VCFF7 ePM1 55%, como se muestra en la tabla

### 1.8.1.4. Conductos

En el diseño de los conductos se ha considerado el hecho de que el recinto está destinado al público, por lo tanto, se instalará un conducto que permita que el aire circule a una velocidad comprendida entre 3 y 7 m/s, evitando así generar ruidos molestos para los clientes.

El primer ventilador será responsable de ventilar la zona general, comprendida por la entrada, la recepción y la zona de musculación. Por otro lado, el segundo ventilador se encargará de ventilar los baños masculino y femenino.

A continuación, se presentan las características de los dos conductos de cada ventilador en las siguientes tablas:

#### 1.8.1.4.1. Conducto derecho (CD)

Conducto derecho	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3
<b>Caudal (m<sup>3</sup>/s)</b>	0,819	0,546	0,273
<b>Ancho (m)</b>	0,4	0,4	0,3
<b>Alto (m)</b>	0,4	0,4	0,3
<b>Sección (m*m)</b>	0,16	0,16	0,09
<b>Pérdidas de carga (Pa/m)</b>	0,7	0,3	0,33
<b>Velocidad (m/s)</b>	5,12	3,41	3,03
<b>Perdida caudal rejilla (m<sup>3</sup>/s)</b>	0,273	0,273	0,273
<b>Área aproximada rejilla (m<sup>2</sup>)</b>	0,053	0,080	0,090
<b>Longitud (m)</b>	5,7	7	7
<b>Pérdidas de carga total (Pa)</b>	3,99	2,1	2,31

Tabla 2: Características del conducto derecho.

#### 1.8.1.4.2. Conducto izquierdo (CI):

Conducto izquierdo	Tramo 1	Tramo 2
<b>Caudal (m<sup>3</sup>/s)</b>	0,806	0,403
<b>Ancho (m)</b>	0,4	0,3
<b>Alto (m)</b>	0,4	0,3
<b>Sección (m*m)</b>	0,16	0,09
<b>Pérdidas de carga (Pa/m)</b>	0,65	0,75
<b>Velocidad (m/s)</b>	5,04	4,48
<b>Perdida caudal rejilla (m<sup>3</sup>/s)</b>	0,403	0,403
<b>Área aproximada rejilla (m<sup>2</sup>)</b>	0,080	0,090
<b>Longitud (m)</b>	5,7	6,5
<b>Pérdidas de carga total (Pa)</b>	3,705	4,875

Tabla 3.: Características del conducto izquierdo.

### 1.8.1.5. Rejillas.

Se muestra una tabla que detalla las rejillas que suministran aire desde los conductos hacia el interior del recinto deportivo. Se estima que las rejillas tienen un rendimiento del 60% en relación a su área total. Las áreas correspondientes a las rejillas son las siguientes:

	Área de salida (m <sup>2</sup> )	Área de rejilla (m <sup>2</sup> )
<b>Conducto derecho</b>		
Rejilla 1	0,053	0,089
Rejilla 2	0,08	0,133
Rejilla 3	0,09	0,15
<b>Conducto izquierdo</b>		
Rejilla 1	0,08	0,133
Rejilla 2	0,09	0,15

Tabla 4: Área de las rejillas del conducto.

Asimismo, se colocarán rejillas en la parte superior de la nave con el propósito de permitir la salida del aire presente en el interior de la sala hacia la atmósfera. Esto se debe a que la presión del aire en el entorno atmosférico es menor que la que se encuentra dentro de la sala. Las áreas correspondientes a estas rejillas se detallan en las siguientes tablas:

Espacio	Volumen in (m <sup>3</sup> /s)	Volumen out (m <sup>3</sup> /s)	Área de las rejillas (m <sup>2</sup> )
Zona General	0,819	0,737	1,23
Baño masculino	0,403	0,363	0,60
Baño femenino	0,403	0,363	0,60

Tabla 5: Rejillas de expulsión al exterior.

### 1.8.1.6. Ventilación en el resto de salas.

Para la ventilación del almacén y el baño para personas con movilidad reducida se instalará un ventilador extractor, mientras que para la oficina el método de ventilación será natural, ya que esta dispone de una ventana.

A continuación, se adjunta la tabla con los valores de ventilación necesaria para estas salas:

Sala	Ventilación necesaria
Oficina	132,3
Baño MR	286,65
Almacén	220,5

Tabla 6: Volumen de aire del resto de salas.

Para el baño MR y el almacén se instalará un ventilador extractor HV-STYLVENT modelo HVE-230 AE, con las siguientes características:

**VENTILADORES HELICOIDALES PARA CRISTAL O PARED  
Serie HV-STYLVENT**



**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Modelo	Velocidad (r.p.m.)	Potencia absorbida (W)	Intensidad absorbida (A)	Caudales (m³/h)			Nivel presión sonora a 3 m (dB(A))		Peso (kg)
				Extracción		Impulsión	Velocidad rápida	Velocidad lenta	
				Velocidad rápida	Velocidad lenta				
HV-150 AE	2350	30	0,19	238	-	-	39	-	2,0
HV-150 M	2350	30	0,19	238	-	-	39	-	2,0
HV-150 A	2350	30	0,19	238	-	-	39	-	2,0
HVE-230 AE	1140	28	0,11	489	430	296	40	39	3,5
HV-230 M	1140	28	0,11	489	430	296	40	39	3,5
HV-230 A	1140	28	0,11	489	430	296	40	39	3,5
HVE-230 A	1140	28	0,11	489	430	296	40	39	3,5
HV-230 RC	1140	28	0,11	489	430	296	40	39	3,5
HVE-230 RC	1140	28	0,11	489	430	296	40	39	3,5
HV-300 AE	1150	68	0,30	1100	-	700	46	-	5,1
HV-300 M	1150	68	0,30	1100	750	700	46	38	5,1
HV-300 A	1150	68	0,30	1100	750	700	46	38	5,1
HV-300 RC	1150	68	0,30	1100	750	700	46	38	5,1

Tabla 7: Características técnicas modelo HVE-230 AE.

**VERSIONES HVE**



**Modelos con cajón para encastrar en muro**

Posiciones de funcionamiento:

- HVE-230 AE:** 3 Posiciones idénticas al HV-230 AE
- HVE-230 A:** 5 Posiciones idénticas al HV-230 A
- HVE-230 RC:** 5 Posiciones idénticas al HV-230 RC

Figura 8: Características técnicas ventilador HV-STYLVENT modelo HVE-230 AE.

### 1.8.2. Instalación de contraincendios.

La instalación contra incendios se ha diseñado considerando principalmente la inclusión de los extintores necesarios en el local. Esta elección se debe a que el local no cumple con condiciones que requieran medidas de protección más específicas, tales como un aforo superior a 500 personas, una superficie útil superior a 450 m<sup>2</sup>, o la presencia de actividades calificadas como peligrosas. En casos donde estas condiciones clave no se cumplen, los extintores se consideran una medida de seguridad adecuada para hacer frente a posibles incendios y garantizar la protección de los ocupantes y las instalaciones. Sin embargo, se sigue cumpliendo con los estándares y regulaciones de seguridad vigentes para asegurar que la instalación contra incendios sea efectiva y acorde a las características y necesidades específicas del local en cuestión.

Para los extintores se han previsto y distribuido un total de siete de la marca FireFox en las instalaciones. De estos, se instalarán dos extintores Extinción Hídrica PG-6 AB con una eficacia clasificada como 13A 144B. También se ha colocado un extintor de CO<sub>2</sub> de 5 kg en una ubicación cercana al cuadro eléctrico.

### 1.8.3. Instalación de Iluminación.

Para garantizar una regulación adecuada de la iluminación en cada una de las estancias, se ha seguido lo recomendado en la UNE 12464 (Norma Europea sobre Iluminación para Interiores). Con el objetivo de establecer un punto de referencia consistente, se ha tomado como plano de referencia una altura de 0,8 metros con respecto al suelo.

Para el cálculo de la iluminación, primero se estudian las dimensiones de las distintas salas y del material que son (teniendo en cuenta si presenta muebles de cierto tamaño) ventanas o espejos.

La instalación de iluminación requiere la instalación de luminarias necesarias para cumplir los luxes requeridos en cada sala.

En la siguiente tabla se observan los luxes requeridos que se tomarán como referencia en cada sala dependiendo el uso que se le vaya a dar:

Estancia	Lúmenes
Oficina	100-300 lux
Sala General	300 lux
Vestuarios	200 lux
Almacén	100 lux

*Tabla 8: Datos referencia lúmenes por estancia.*

Se han usado dos tipos diferentes de luminarias, ambas de la marca Philips: “BN126C PSU L1500” y “RC132V G5 PSU”.

#### Oficina:

Esta estancia se utilizará como oficina y zona de descanso de los empleados del gimnasio. Siguiendo la norma, tendrá un objetivo de iluminación de entre 100-300 lux. Para ello se instalarán 2 luminarias “Philips BN126C PSU L1500”. Cada una de estas luminarias cuentan con una potencia individual de 12W, un flujo lumínico de 3000lm y una temperatura de color de 4000K.

#### Sala general:

En esta estancia estarán ubicadas todas las máquinas, pesas y elementos para el entrenamiento en el gimnasio. Siguiendo la norma, tendrá un objetivo de iluminación de 300 lux, Para ello se instalarán 20 luminarias “PHILIPS RC132V G5 PSU”. Cada una de estas luminarias cuentan con una potencia individual de 15W, un flujo lumínico de 3200lm y una temperatura de color de 4000K.

#### Baño femenino:

En esta estancia se encuentran los aseos, vestuario y duchas destinadas a uso femenino. Tendrá un objetivo de iluminación de 200 lux, para ello se instalarán 4 luminarias “PHILIPS RC132V G5 PSU”. Cada una de estas luminarias cuentan con una potencia individual de 15W, un flujo lumínico de 3200lm y una temperatura de color de 4000K.

#### Baño masculino:

Esta estancia es igual a “Baño femenino” pero a la inversa, en él se encuentran los aseos, vestuarios y duchas de uso masculino. Tendrá un objetivo de iluminación de 200 lux, para ello se instalarán 4 luminarias “PHILIPS RC132V G5 PSU”. Cada una de estas luminarias cuentan con una potencia individual de 15W, un flujo lumínico de 3200lm y una temperatura de color de 4000K.

#### Baño movilidad reducida:

Esta estancia será utilizada como baño para personas con movilidad reducida. Siguiendo la norma, al igual que en las otras estancias destinadas al aseo, tendrá un objetivo de iluminación de 200 lux, para ello se instalarán 2 luminarias “PHILIPS RC132V G5 PSU”. Cada una de estas luminarias cuentan con una potencia individual de 15W, un flujo lumínico de 3000lm y una temperatura de color de 4000K.

Almacén:

En esta estancia se encontrarán los termos que alimentarán el agua caliente de los baños. Siguiendo la norma, tendrá un objetivo de iluminación de 100 lux, para ello se instalará 1 luminaria “Philips BN126C PSU L1500”. Esta luminaria cuenta con una potencia de 15W, un flujo lumínico de 3500lm y una temperatura de color de 4000K.

#### 1.8.4. Instalación de iluminación de emergencia.

El sistema de alumbrado destinado a situaciones de emergencia debe cumplir una serie de condiciones indispensables para garantizar un funcionamiento óptimo. Estas condiciones son las siguientes:

En primer lugar, el sistema debe estar diseñado para activarse de forma automática en caso de que se produzca un fallo del 70% de la tensión nominal del servicio. Esta característica asegura que, ante una interrupción significativa en el suministro eléctrico, el sistema de alumbrado de emergencia se active de inmediato para proporcionar la iluminación necesaria.

Además, el sistema debe mantenerse en funcionamiento durante al menos una hora después de que se haya producido el fallo. Esto garantiza que exista un periodo de tiempo suficiente para llevar a cabo las acciones de evacuación necesarias y permitir una respuesta adecuada ante la situación de emergencia.

En lo que respecta a la iluminación específica requerida, se establece que las vías de evacuación deben contar con un nivel mínimo de iluminación de 1 lux a la altura del suelo. Esta medida contribuye a la seguridad de las personas, facilitando la visibilidad y orientación durante la evacuación.

Asimismo, en las zonas donde se encuentren ubicados sistemas de protección, se requiere una iluminación mínima de 5 lux. Esta mayor intensidad lumínica asegura una visibilidad adecuada en áreas críticas donde se puedan encontrar equipos o sistemas de seguridad relevantes para la protección de las personas.

Con el objetivo de diseñar y calcular la distribución adecuada de las luminarias de emergencia, se utilizará el software Daisalux. Este software permite realizar un análisis detallado del espacio y determinar la ubicación óptima de las luminarias para cumplir con los requisitos de iluminación de emergencia.

En base a este diseño, se instalarán un total de 18 luminarias en las vías de evacuación, asegurando así una cobertura adecuada y uniforme. Además, se

colocarán 13 luminarias en cada una de las puertas de las distintas salas, brindando una iluminación eficiente y precisa en áreas clave de acceso y salida.

Las luminarias seleccionadas para la instalación serán las Hydra LD N3, las cuales cumplen con los estándares y requisitos necesarios para la iluminación de emergencia. Estas luminarias ofrecen una alta eficiencia lumínica, confiabilidad y durabilidad, garantizando un rendimiento óptimo en situaciones críticas.



*Figura 9: Luminaria Hydra LD N3.*

Las señalizaciones utilizadas en la instalación deben cumplir con una serie de requisitos específicos para garantizar su efectividad y legibilidad en diferentes distancias de observación. Estos requisitos se detallan a continuación:

- a) Cuando la distancia de observación de la señal no exceda los 10 metros, se requiere que las señalizaciones tengan una dimensión de 210 x 210 mm. Esta medida garantiza que las señales sean lo suficientemente visibles y comprensibles para las personas que se encuentren en proximidad cercana.
- b) En caso de que la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 metros, se establece que las señalizaciones deben tener una dimensión de 420 x 420 mm. Esta mayor superficie permite que las señales sean fácilmente identificables incluso a mayor distancia, asegurando una adecuada comunicación de la información relevante.
- c) Para distancias de observación comprendidas entre 20 y 30 metros, se requiere que las señalizaciones tengan una dimensión aún más amplia de 594 x 594 mm. Esta medida se implementa con el fin de garantizar una visibilidad óptima en situaciones en las que las personas se encuentren a mayor distancia de la señalización.

Estos criterios de dimensionamiento de las señalizaciones aseguran que la información contenida en ellas pueda ser percibida y comprendida de manera clara y efectiva, sin importar la distancia a la que se encuentren los observadores. Al cumplir con estas directrices, se promueve la seguridad y se facilita la orientación y evacuación de las personas en caso de emergencia.

### 1.8.5. Instalación en baja tensión.

En este apartado, se dará una explicación detallada de los cálculos realizados en el "Anexo V. Instalación Baja Tensión" referente a la instalación eléctrica de baja tensión específica para el gimnasio. Se presentará cómo se llevará a cabo el diseño y la implementación de la instalación eléctrica, incluyendo los circuitos individuales destinados para cada propósito dentro del montaje.

Los cálculos realizados en el anexo abarcan una variedad de aspectos esenciales, como la carga estimada para cada circuito, los requisitos de potencia, los dispositivos de protección y las consideraciones de seguridad pertinentes. A través de estos cálculos, se determina el dimensionamiento adecuado de los conductores, los disyuntores, los interruptores y otros componentes eléctricos necesarios para el funcionamiento eficiente y seguro del gimnasio.

#### 1.8.5.1. Consumo estimado de la instalación.

Para hallar los circuitos que presenta la instalación, se requerirá calcular el consumo total de la instalación, que será el que se muestra en la siguiente tabla, en la cual se contempla la potencia por circuito, en el anexo estará mostrado de forma más detallada:

- C1: Circuito de distribución interna, destinado a alimentar los puntos de iluminación.
- C2.1: Circuito destinado a neveras y electrodomésticos.
- C2.2: Circuito destinado a máquinas de gimnasio, máquinas expendedoras, altavoces y televisión.
- C2.3: Circuito destinado a ventiladores de impulsión de aire.
- C4: Circuito de distribución interna destinado al termo eléctrico.
- C5: Circuito de distribución interna, destinado a alimentar tomas de corriente de los cuartos de baño.

A continuación, en la tabla se puede observar la potencia total de la instalación por los circuitos nombrados previamente:

Circuito de utilización	Potencia Prevista (W)
C1 (Alumbrado)	545
C2.1 (Fuerza)	3000
C2.2 (Fuerza)	2260
C2.3 (Fuerza)	746
C4 (Termo Eléctrico)	300
C5 (Baño)	6900

Tabla 9: Potencias por circuito.

La potencia prevista será de 6900W, por lo que con la potencia contratada tendrá este valor como mínimo.

Como se prevé la instalación en el futuro de aire acondicionado, establecerá que el grado de electrificación del gimnasio es elevado ( $P \geq 9200W$  a 230V). Por lo que se han realizado los cálculos de la instalación de enlace previendo una potencia mínima de 9200W.

### 1.8.5.2. Dimensionado de la instalación.

La instalación eléctrica está compuesta por las siguientes partes:

#### 1.8.5.2.1. La acometida.

La acometida, la cual es la parte de la línea que conecta la red eléctrica de la operadora con el primer elemento de la instalación (Caja general de protección y medida). Para este gimnasio no será necesario calcular la acometida, pues ya se encuentra instalada.

#### 1.8.5.2.2. La caja general de protección y medida (CPM)

Esta se coloca en instalaciones con un único cliente o vivienda. En ella se encuentran los fusibles que protegen la línea y el cuadro de contadores.

#### 1.8.5.2.3. Derivación Individual (DI).

La derivación individual (DI), es la unión entre la caja general de protección y medida y el Cuadro general de mando y protección. Está diseñada según lo establecido en la ITC-BT-15. Se tiene una acometida subterránea por lo que la derivación individual de la misma será un conductor XLPE3 bajo tubo en el interior de un conducto de fábrica con una sección de  $10\text{mm}^2$ . La caída de tensión no puede ser superior al 1,5%. El desarrollo de los cálculos se encuentra en el “Anexo V. Instalación Baja Tensión”.

#### 1.8.5.2.4. Cuadro general de mando y protección (CGMP).

Está diseñado según la ITC-BT-17. En él se encuentra el ICP (interruptor de corte de la línea de todo el circuito), el diferencial (protege a las personas de contactos indirectos) y el resto de interruptores magnetotérmicos que controlan los circuitos de la vivienda. Se tendrá un magnetotérmico por cada circuito: Iluminación, con un interruptor de 10 A y cuyo conductor tendrá una sección de  $1,5\text{mm}^2$ ; Circuito de fuerza 1, con un interruptor de 16 y sección del conductor de  $2,5\text{mm}^2$ ; Para el circuito de fuerza 2, con un interruptor de 16 y sección del conductor de  $2,5\text{mm}^2$ ; Circuito de fuerza 3, con un interruptor de 16 y sección del conductor de  $2,5\text{mm}^2$ ; Para el termo eléctrico se tendrá un interruptor de 25 A y conductor con sección de  $4\text{mm}^2$ ; Y por último, para el baño se tendrá de 16 A y sección de conductor de  $2,5\text{mm}^2$ .

El cuadro general se encontrará situado en la estancia “Sala general” en la entrada al lado de la puerta a una altura de  $1,50\text{m}$ , en el capítulo “Planos” se encuentra el plano unifilar donde se especifica su diseño y el plano donde se sitúa físicamente el cuadro.

#### 1.8.5.2.5. Circuitos interiores.

Son la parte de la línea que se encarga de alimentar los diferentes receptores (iluminación, fuerza, etc.). Cada uno de ellos estará formado por tres cables unipolares, amarillo-verde (tierra), marrón o negro (fase) y azul (neutro). Contarán con un aislamiento XLPE y se situarán en el interior de tubos corrugados de tamaños dependiendo de las secciones de los cables.

#### 1.8.5.2.6. Puesta a Tierra.

Toda parte metálica que forme parte de los circuitos contará un conductor de protección derivados a tierra.

## 1.9. Planificación.

A continuación, se presenta un diagrama de Gantt que establece la secuencia de tareas y su duración estimada.

En primer lugar, se propone la instalación de renovación de aire, aprovechando el espacio disponible en el falso techo. Esta instalación requiere de un mayor espacio y maniobrabilidad, por lo que es más conveniente contar con todo el espacio posible en la zona del falso techo. Posteriormente, se plantea el tiempo necesario para la instalación eléctrica, que se llevará a cabo de manera simultánea con la colocación de luces de emergencia, extintores y puertas de emergencia durante la última semana.

Tarea	Duración	Mes 1				Mes 2			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Instalación de renovación de aire	2 semanas	■	■						
Instalación eléctrica	3 semanas			■	■	■			
Instalación contra incendios	1 semana					■			

Tabla 10: Diagrama de Gantt tareas.

## 1.10. Presupuesto.

El presupuesto de ejecución material del proyecto está resumido en la siguiente tabla, en la que se puede observar el costo de las instalaciones demandadas,

se puede ver su desglose con más detalle en el anexo de presupuesto:

<b>1 instalaciones</b>	<b>9.169,39</b>
1.1.- Eléctricas	1.290,38
1.1.4.- Cajas generales de protección	278,42
1.1.5.- Derivaciones individuales	259,80
1.1.6.- Aparamenta	480,96
1.2.- Iluminación	3.648,72
1.2.1.- Interior	2.252,46
1.2.2.- Contra incendios	1.396,26
1.2.2.1.- Alumbrado de emergencia	985,14
1.2.2.2.- Señalización	188,40
1.2.2.3.- Extintores	222,72
1.3.- Ventilación	4.230,29
1.3.1.- Ventilación mecánica para viviendas	2.950,14
1.3.2.- Conductos de admisión y extracción para ventilación	1.280,15
Presupuesto de ejecución material	<i>Total.....</i> 9.169,39
Gastos indirectos (16%)	1467,10
Beneficio (6%)	550,16
	<i>Total.....</i> 11.186,65
IGIC (7%)	783,07

Presupuesto de ejecución por contrata *Total.....* **11.969,72**

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de **ONCE MIL NOVECIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS CON SETENTA Y DOS CÉNTIMOS.**



# **INSTALACIÓN ELÉCTRICA, CONTRA INCENDIOS Y DE VENTILACIÓN DE UN GIMNASIO**

---

**Trabajo de Fin de Grado**

# **ANEXOS**

## ÍNDICE ANEXOS.

ANEXOS.....	39
ANEXO I Ventilación.....	43
2.1.1. Descripción.....	46
2.1.2. Volumen total de la nave.....	47
2.1.2. Cálculos.....	51
2.1.2.1. Conducto derecho (CD).....	51
2.1.2.1.1. Pérdidas de carga de codo y cambio de sección.....	53
2.1.2.2. Conducto izquierdo (CI).....	57
2.1.2.2.1. Pérdidas cargas codos y cambios de secciones.....	59
2.1.2.3. Filtros.....	62
2.1.2.4. Pérdidas de cargas totales en los conductos.....	65
2.1.3. Dimensionado de la instalación.....	66
2.1.3.1. Elección de los ventiladores.....	66
2.1.3.2. Rejillas.....	69
2.1.3.2.1. Expulsión del aire.....	70
2.1.3.3. Ventilación del resto de salas.....	71
2.1.3.3.2. Ventilación natural en oficina.....	72
ANEXO II Contraincendios.....	75
2.2.1. Descripción.....	77
2.2.1.1. Edificio.....	77
2.2.2. Instalaciones de protecciones de contraincendios.....	77
2.2.2.1. Extintores de incendio.....	77
2.2.2.2. Señalización de las instalaciones manuales de protección contraincendios.....	78
2.2.2.3. Intervención de los bomberos.....	78
2.2.3. Evacuación del establecimiento.....	78
2.2.3.2. Número de salidas y longitud.....	78
2.2.3.3. Dimensionado de los medios de evacuación.....	79
2.2.3.4. Señalización de los medios de evacuación.....	79
ANEXO III Iluminación.....	80
2.3.1. Descripción.....	82
2.3.2. Cálculos de iluminación.....	82
ANEXO IV Iluminación de emergencia.....	104
2.4.1. Descripción.....	105
2.4.2. Cálculos de iluminación.....	107

ANEXO V Baja Tensión .....	125
2.4.1. Potencia de la instalación y circuitos.....	127
2.4.2. Cálculos justificativos.....	132
2.4.2.1. Cálculo de intensidad.....	132
2.4.2.2. Cálculo de la caída de tensión.....	132
2.4.2.3. Cálculo de las protecciones.....	134
2.4.3. Dimensionado de la instalación.....	135
2.4.3.1. Derivación individual.....	135
2.4.3.3. Caída de tensión.....	138
ANEXO VI Estudio Básico de Seguridad y Salud.....	139
2.6. Estudio Básico de Seguridad y Salud.....	142
2.6.1. Objeto.....	142
2.6.2. Condiciones de las instalaciones.....	143
2.6.3. Actividades a realizar.....	143
2.6.4. Análisis de los riesgos.....	144
2.6.4.1. Trabajo en altura.....	144
2.6.4.2. Transporte de material.....	147
2.6.4.3. Montaje de componentes.....	149
2.6.4.4 Herramientas manuales.....	150
2.6.4.5. Uso de andamios, plataformas elevadoras y escaleras móviles.....	151
2.6.4.6. Trabajos en tensión.....	153
2.6.4.7. Trabajos próximos a elementos en tensión.....	155
2.6.4.8. Trabajos sin tensión.....	156
2.6.5. Mantenimiento y uso de los equipos de protección.....	158
2.6.6. Medios auxiliares y otras normas de seguridad de aplicación según obra.....	159
2.6.6.1. Servicios de prevención.....	159
2.6.6.2. Seguros de responsabilidad civil y todo riesgo en la obra.....	159
2.6.6.3. Formación.....	160
2.6.6.4. Reconocimientos médicos.....	160
2.6.7. Medidas de emergencia.....	160
2.6.7.1. Primeros auxilios.....	161
2.6.7.2. Medio de auxilio.....	161
2.6.7.3. Asistencia a los accidentados.....	162
2.6.8. Análisis y prevención de riesgos catastróficos.....	163





# **INSTALACIÓN ELÉCTRICA, CONTRA INCENDIOS Y DE VENTILACIÓN DE UN GIMNASIO**

---

**Trabajo de Fin de Grado**

## **ANEXO I**

### **Instalación de Ventilación**

## ÍNDICE ANEXO I. Instalación de Ventilación

2.1.1. Descripción .....	46
2.1.2. Volumen total de la nave.....	47
2.1.2. Cálculos.....	51
2.1.2.1. Conducto derecho (CD).....	51
2.1.2.1.1. Pérdidas de carga de codo y cambio de sección. ....	53
2.1.2.2. Conducto izquierdo (CI) .....	57
2.1.2.2.1. Pérdidas cargas codos y cambios de secciones. ....	59
2.1.2.3. Filtros. ....	62
2.1.2.4. Pérdidas de cargas totales en los conductos. ....	65
2.1.3. Dimensionado de la instalación.....	66
2.1.3.1. Elección de los ventiladores.....	66
2.1.3.2. Rejillas. ....	69
2.1.3.2.1. Expulsión del aire. ....	70
2.1.3.3. Ventilación del resto de salas .....	71
2.1.3.3.2. Ventilación natural en oficina.....	72

### Índice de figuras.

Figura 1.1. Plano de planta con conductos.

Figura 1.2. Ábaco de pérdidas de carga por rozamiento del aire.

Figura 1.3. Codo con radio uniforme y sección rectangular.

Figura 1.4. Reducción de sección en conducto rectangular.

Figura 1.5. Ábaco de pérdidas de cargas por rozamiento del aire.

Figura 1.6. Codo con radio uniforme y sección rectangular.

Figura 1.7. Reducción de sección en conducto rectangular.

Figura 1.8. Ventilador centrífugo de baja presión S&P modelo CMB-10/10.

Figura 1.9. Curva característica del ventilador.

Figura 1.10. Ventilador HV-STYLVENT modelo HVE-230 AE.

Figura 1.11. Dimensiones de ventana de fachada.

## Índice de tablas.

Tabla 1.1. Volumen de las salas.

Tabla 1.2. Renovaciones de aire por hora sector terciario.

Tabla 1.3. Renovaciones de aire por hora sector residencial.

Tabla 1.4. Renovaciones de aire por hora sector industrial.

Tabla 1.5. Tasa de renovaciones en diferentes salas.

Tabla 1.6. Resultados conducto derecho.

Tabla 1.7. Pérdidas de carga en codo y cambio de sección conducto derecho.

Tabla 1.8. Datos sobre conducto derecho.

Tabla 1.9. Valores del coeficiente  $C'$ .

Tabla 1.10. Valores del coeficiente  $K_{re}$ .

Tabla 1.11. Valores del coeficiente  $C$ .

Tabla 1.12. Resultados conducto izquierdo.

Tabla 1.13. Pérdidas de carga en codo y cambio de sección conducto izquierdo.

Tabla 1.14. Datos sobre conducto izquierdo.

Tabla 1.15. Valores del coeficiente  $C'$ .

Tabla 1.16. Valores del coeficiente  $K_{re}$ .

Tabla 1.17. Valores del coeficiente  $C$ .

Tabla 1.18. Categorías del aire interior en función del uso de los edificios.

Tabla 1.19. Categorías de calidad del aire exterior.

Tabla 1.20. Clases de filtración (Tabla del RITE corregida por la IDAE).

Tabla 1.21. Características técnicas de los filtros.

Tabla 1.22. Pérdidas de presión totales en el conducto derecho.

Tabla 1.23 Pérdidas de presión totales en el conducto izquierdo.

Tabla 1.24. Serie CBM de ventiladores del fabricante Soler & Palau.

Tabla 1.25. Área de las rejillas del conducto derecho.

Tabla 1.26. Área de las rejillas del conducto izquierdo.

Tabla 1.27. Área de las rejillas de expulsión al exterior.

Tabla 1.28. Requisitos de renovación de aire para el resto de salas.

Tabla 1.29. características técnicas de la serie HV-STYLVENT.

### 2.1.1. Descripción

Se presenta un local de 23 metros de largo y de 10 metros de ancho, con una altura de 3,5 metros desde el suelo hasta el falso techo, donde se dispondrán ocultas las instalaciones de evacuación de aire. Por lo tanto, se puede estimar un local en donde se realizarán actividades deportivas con un volumen estimado de 805 m<sup>3</sup>.

Según la norma DIN 1946, es fundamental garantizar la calidad del aire en los espacios interiores para promover un ambiente saludable. Para lograr esto, se establecen pautas específicas en cuanto a la tasa de renovación de aire necesaria por hora en función de la actividad que se realiza en cada local. El objetivo principal es asegurar un suministro adecuado de aire fresco, eliminar contaminantes y agentes patógenos, prevenir la acumulación de humedad y proporcionar una calidad de aire óptima.

Es importante destacar que cada local alberga diferentes salas o áreas donde se realizan distintas actividades. Cada una de estas áreas tiene requisitos específicos de renovación de aire, ya que las demandas de ventilación varían dependiendo de factores como la ocupación, el nivel de actividad física, la generación de calor y la emisión de contaminantes. Por lo tanto, es necesario analizar y calcular de manera independiente la tasa de renovación de aire adecuada para cada una de estas salas.

Existen dos métodos principales para lograr la renovación del aire en un espacio: la ventilación natural y la ventilación forzada. La ventilación natural se refiere a la circulación del aire a través de aberturas, como ventanas, puertas o conductos de ventilación, aprovechando las diferencias de presión y los flujos de aire naturales. Por otro lado, la ventilación forzada implica el uso de sistemas mecánicos, como extractores de aire, ventiladores o sistemas de aire acondicionado, para impulsar o extraer el aire de manera controlada.

La elección del método de ventilación adecuado dependerá de diversos factores, como el diseño del edificio, las condiciones climáticas, las regulaciones locales y las necesidades específicas de cada local y sala.

El gimnasio cuenta con una zona general, comprendida por la zona de musculación donde se realizan las actividades deportivas, la entrada y la recepción. Además, cuenta con una oficina, un baño para cada género, un baño para movilidad reducida y un almacén.

La única sala que cuenta con ventanas es la oficina, en la que se comprueba la viabilidad de ventilación natural. Para el resto de salas se ha propuesto el uso de ventilación mecánica mediante dos ventiladores centrífugos

a través de conductos y rejillas; y el uso de ventiladores helicoidales a modo de extractor, para salas pequeñas como el baño de movilidad reducida y el almacén.

## 2.1.2. Volumen total de la nave.

Para realizar la instalación de ventilación del gimnasio primero se realiza el cálculo del volumen total de la nave y el volumen de las distintas salas. En la siguiente tabla se observa el volumen en m<sup>3</sup> de las salas:

Sala	Largo	Ancho	Volumen (m3)
Oficina	3	2,1	22,05
General			491,33
Recepción	1,3	2,2	10,01
Entrada	2	2,2	15,4
Musculación	6,4	20,8	465,92
Baños mujer	3,5	7,9	65,975
Baño 1	1,6	1,75	9,8
Baño 2	1,6	1,75	9,8
Ducha MR	1,6	2	11,2
			96,775
Baños hombre	3,5	7,9	65,975
Baño 1	1,6	1,75	9,8
Baño 2	1,6	1,75	9,8
Ducha MR	1,6	2	11,2
			96,775
Baño MR	3,5	3,9	47,775
Almacén	3,5	3	36,75
Total			791,455
Total	23	10	805

Tabla 2.1. Volumen de las salas.

El cálculo del volumen para cada sala se multiplica al final por 3,5 metros, que es la altura que hay desde el suelo hasta el falso techo. Para el cálculo de los baños masculinos y femeninos se calcula el área de cada habitáculo y se resta al área total de cada baño. En el caso de la zona general se suma cada sala. Finalmente contamos con la sumatoria de todo el volumen y se compara con el volumen total del gimnasio. La diferencia de volumen es debido a la tabiquería del recinto.

Para llevar a cabo el cálculo de ventilación en el proyecto es necesario considerar los diferentes espacios dentro de la nave, como son la oficina, la sala general, los baños tanto femenino como masculino, baño para personas con movilidad reducida y el almacén. Con el fin de determinar el volumen total que requerirá ventilación, se realizará una resta de volumen ocupado por áreas específicas, las cuales son la sala general, los distintos baños y el almacén.

Una vez obtenido este volumen resultante, se seguirá lo establecido por la norma DIN 1946, para calcular el nuevo volumen de ventilación necesario en el espacio en función de la actividad que se llevará a cabo en él. Para esto, se emplea una tabla de renovaciones que proporcionará información sobre la cantidad de renovaciones que serán requeridas en cada una de las salas en particular.

TIPO DE LOCAL	RENOVACIONES DE AIRE POR HORA	SECTOR
Auditorios	6-8	TERCIARIO
Aulas	5-7	
Bibliotecas	4-5	
Cámaras blindadas	3-6	
Casinos	8-12	
Cocinas profesionales	15-30	
Despachos de reuniones	6-8	
Discotecas	10-12	
Garajes	5	
Gimnasios	4-6	
Habitaciones hotel	3-8	
Inodoro terciario	8-15	
Lavanderías	10-20	
Oficinas	4-8	
Piscinas	3-4	
Restaurantes	8-12	
Sala de conferencias	6-8	
Sala de espera	4-6	
Salas de reuniones	5-10	
Teatros y cines	5-8	
Tiendas	4-8	
Vestuarios	6-8	

Tabla 2.2. Renovaciones de aire por hora sector terciario.

TIPO DE LOCAL	RENOVACIONES DE AIRE POR HORA	SECTOR
Armarios roperos	4-6	RESIDENCIAL O DOMÉSTICO
Cocinas residenciales	10-15	
Cuartos de baño	5-7	
Duchas	15-25	
Habitaciones residenciales	3-8	
Inodoro residencial	4-5	

Tabla 2.3. Renovaciones de aire por hora sector residencial.

TIPO DE LOCAL	RENOVACIONES DE AIRE POR HORA	SECTOR
Almacenes	5-10	INDUSTRIAL
Cabinas de pintura	25-50	
Cocinas industriales	15-30	
Fundiciones	8-15	
Inodoro industrial	8-15	
Laboratorios	8-15	
Laminadores	8-12	
Locales de aerógrafos	10-20	
Locales de decapado	5-15	
Remojos	≤ 80	
Salas de fotocopias	10-15	
Salas de máquinas	10-40	
Talleres de gran alteración del aire	10-20	
Talleres de montaje	4-8	
Talleres de poca alteración del aire	3-6	
Talleres de soldadura	20-30	
Tintorerías	5-15	

Tabla 2.4. Renovaciones de aire por hora sector industrial.

En el caso de la zona general, que es en la que se realizan todas las actividades físicas, la norma determina que se necesitan entre 4 y 6 renovaciones de aire por hora. Se optará por utilizar 6 renovaciones por hora debido a que se dispone de una altura hasta el techo no muy elevada.

Para las oficinas la norma determina entre 4-8 renovaciones por hora. En este caso, como la oficina cuenta con una ventana 1,2 x 1 m<sup>2</sup>, se estudiará la posibilidad de ventilación natural.

Los baños tanto femeninos como masculinos, según la norma deberán contar entre 15 y 25 renovaciones de aire por hora ya que cuentan con duchas. Se optará por utilizar 15 renovaciones de aire por hora.

Para el baño de personas con movilidad reducida se determinan entre 5 y 7 y para el almacén entre 5 y 10 renovaciones de aire por hora. Para ambas se optará por utilizar 6 renovaciones de aire por hora.

En la siguiente tabla se observa un resumen del número de renovaciones elegidas, así como el volumen total por estancia y el caudal de cada una:

Ventilación	Volumen total (m <sup>3</sup> )	Renovaciones/h	Volumen total (m <sup>3</sup> /h)	Volumen total (m <sup>3</sup> /s)	Método ventilación
Zona general	491,33	6	2947,98	0,819	Mecánica
Oficina	22,05	6	132,3	0,037	Natural
Baños	193,55	15	2903,25	0,806	Mecánica
Baño MR	47,775	6	286,65	0,080	Mecánica
Almacén	36,75	6	220,5	0,061	Mecánica

Tabla 2.5. Tasa de renovaciones en diferentes salas.

Como se observa en la tabla, el volumen de aire que será necesario en la zona general y en los baños es bastante superior al de las otras salas, y no cuentan con ventanas para estudiar la posibilidad de ventilación natural. Es por esto que se plantea ventilación mecánica para estas salas. Se plantean dos conductos, derecho e izquierdo, para cubrir la renovación de aire en la zona general y en los baños, respectivamente.

A continuación, se adjunta un plano de la planta donde podemos visualizar estos conductos:

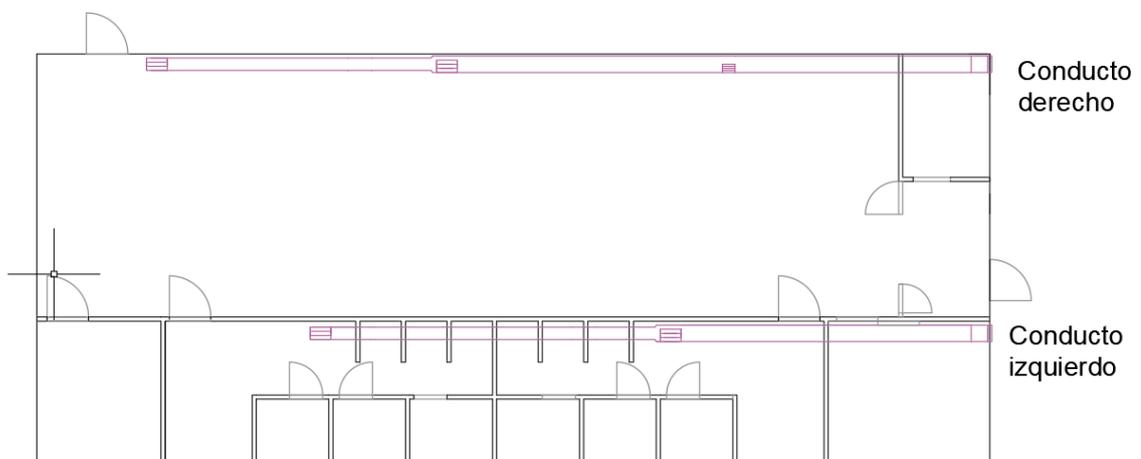


Figura 2.1. Plano de planta con conductos.

## 2.1.2. Cálculos.

### 2.1.2.1. Conducto derecho (CD).

Se instalará el primer conducto derecho para cubrir la renovación de aire necesaria para la zona general a través de ventilación mecánica. Este conducto comenzará desde una apertura situada a dos metros de altura en la fachada, con la intención de obtener aire fresco a baja altura, pero sin comprometer la calidad del aire debido a la contaminación proveniente de los gases de escape de los vehículos, ya que la fachada da directamente a una carretera muy concurrida.

El conducto subirá verticalmente 2 metros hasta alcanzar el falso techo, donde se dispondrá de un codo de 90 grados de inclinación, quedando el conducto horizontal por encima del falso techo y en la dirección única planificada. A partir de aquí, el conducto contará con tres tramos, definidos por cada rejilla encargada de distribuir un caudal que será equitativo para cada una.

La sección del conducto será cuadrada de 0,4x0,4 metros cuadrados. El primer tramo del conducto contará con una longitud de 5,7 metros y estará dispuesto desde el codo hasta la primera rejilla. El segundo tramo contará con una longitud de 6,5 metros desde la primera rejilla a la segunda rejilla. El tercer tramo estará dispuesto desde la segunda rejilla hasta la tercera y última.

El ventilador dispuesto deberá ser capaz de trasvasar un caudal mínimo de 0,819 m<sup>3</sup>/s o 2948 m<sup>3</sup>/h y superar las pérdidas de carga calculadas para generar una sobrepresión. Además, se deberá estudiar la necesidad de un filtro de aire según las indicaciones del RITE y el tipo de establecimiento, que, a su vez, supondrá el aumento de las pérdidas de carga.

Se comienza calculando el caudal en cada tramo de la tubería, teniendo en cuenta que habrá una reducción de caudal tras cada rejilla y que se utilizarán tubos de sección cuadrada. Para el cálculo del caudal utilizaremos la siguiente ecuación:

$$Q\left(\frac{m^3}{s}\right) = V\left(\frac{m}{s}\right) \times A(m^2) \quad (\text{ecuación 1})$$

Donde:

Q: Caudal

V: Velocidad del fluido

Á: Área o sección del elemento a estudiar

<b>Conducto derecho</b>	<b>Tramo 1</b>	<b>Tramo 2</b>	<b>Tramo 3</b>
<b>Caudal (m<sup>3</sup>/s)</b>	0,819	0,546	0,273
<b>Ancho (m)</b>	0,4	0,4	0,3
<b>Alto (m)</b>	0,4	0,4	0,3
<b>Sección (m*m)</b>	0,16	0,16	0,09
<b>Pérdidas de carga (Pa/m)</b>	0,7	0,3	0,33
<b>Velocidad (m/s)</b>	5,12	3,41	3,03
<b>Perdida caudal rejilla (m<sup>3</sup>/s)</b>	0,273	0,273	0,273
<b>Área aproximada rejilla (m<sup>2</sup>)</b>	0,053	0,080	0,090
<b>Longitud (m)</b>	5,7	7	7
<b>Pérdidas de carga total (Pa)</b>	3,99	2,1	2,31

Tabla 2.6. Resultados conducto derecho.

Partiendo del caudal inicial de 0,819 m<sup>3</sup>/s, calculado previamente, se predimensiona con una sección de 0,4 x 0,4 m<sup>2</sup>. La intención es mantener siempre una velocidad del fluido en un rango de entre 3 y 7 metros. Una velocidad superior supondría el aumento de decibelios en funcionamiento, lo que no sería conveniente para el confort de los usuarios del gimnasio. Una velocidad inferior supondría unas dimensiones excesivas para el conducto, y no se pueden superar los 0,5 metros de altura comprendidos entre el falso techo y el techo.

Para mantener la velocidad del aire en los rangos adecuados, se reduce la sección del conducto en el tramo 3 a una sección de 0,3 x 0,3 m<sup>2</sup>.

Con base en los caudales y las velocidades correspondientes, es posible determinar las pérdidas de carga (Pa/m) mediante el uso del siguiente ábaco:

Gráfico de rozamiento para CLIMAVER PLUS® R y CLIMAVER neto®

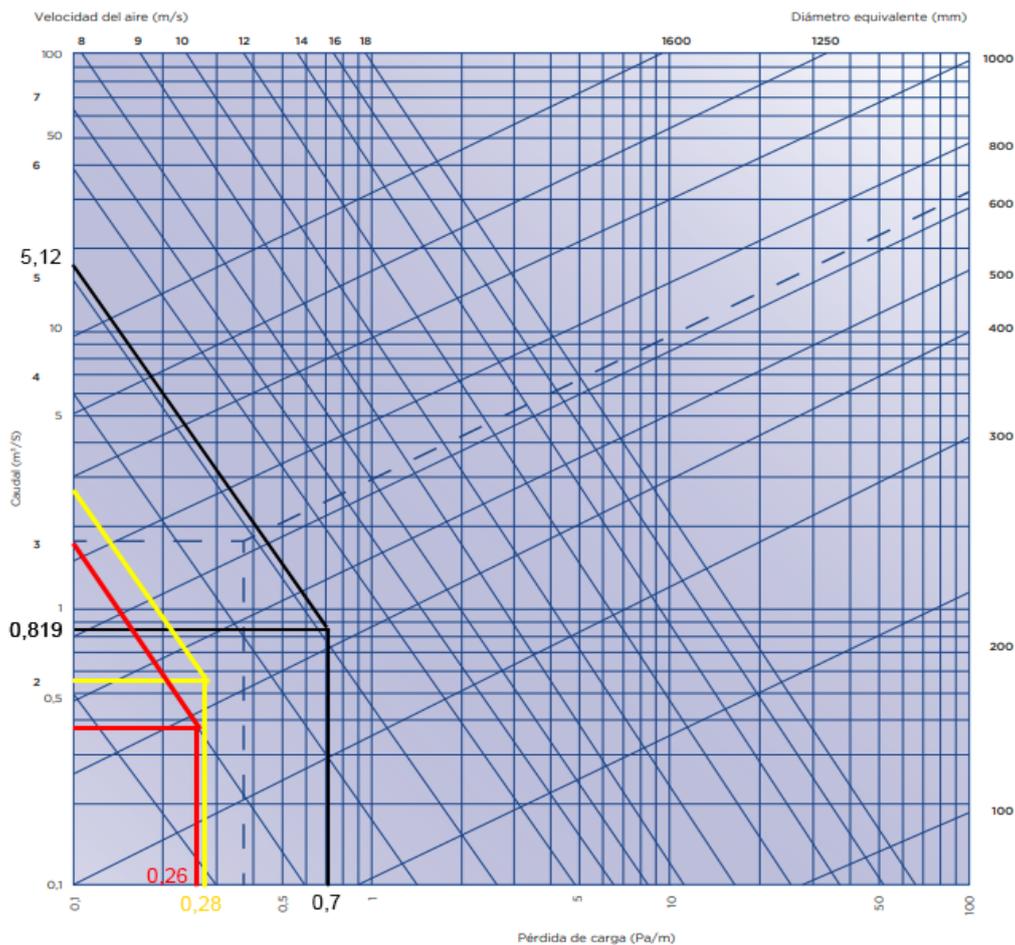


Figura 2.2. Ábaco de pérdidas de carga por rozamiento del aire

En el diagrama se visualizan líneas de diferentes colores que representan las pérdidas de carga generadas en cada tramo, a través de la combinación de la velocidad y el caudal del circuito. Estas se han aproximado a la línea inmediatamente superior. Una vez obtenidas las pérdidas de carga, se multiplican por la longitud total en metros y se calculan las pérdidas de carga totales. A continuación, se determinan las pérdidas de carga específicas debidas al codo y a la reducción de sección, que va desde 0,16 m<sup>2</sup> a 0,09 m<sup>2</sup>.

#### 2.1.2.1.1. Pérdidas de carga de codo y cambio de sección.

Las pérdidas de carga se calculan utilizando un coeficiente adimensional que relaciona las pérdidas de presión total de la sección considerada con la presión dinámica de dicha sección.

$$C = \frac{\Delta P_t}{P_d} \quad (\text{ecuación 1.2})$$

Dónde:

C= Coeficiente de pérdidas (adimensional)

Pt= Pérdidas de presión total sección considerada (Pa)

Pd= Presión dinámica (Pa)

Para determinar la presión dinámica, existen diversas opciones, pero se elige una de las formas más desfavorables:

$$Pd = \left(\frac{v}{4,04}\right)^2 \quad (\text{ecuación 1.3})$$

Dónde:

v= velocidad (m/s)

Al calcular la presión dinámica, se debe tener en cuenta la velocidad en el momento en que finaliza la reducción de sección. En los codos, esto no es relevante, ya que la velocidad será la misma tanto en la entrada como en la salida del codo. Además, al utilizar esta fórmula, la presión dinámica se obtiene en mmH2O, considerando que 1 mm.c.d.a. es aproximadamente igual a 10 Pa, se puede calcular su valor en Pascales.

Para calcular el coeficiente "C", es necesario utilizar tablas que relacionan diferentes datos de la tubería, brindando valores específicos según las dimensiones de la sección de la tubería y relacionando el número de Reynolds.

$$Re = 6,63 \times 10^4 \times Deq \times v \quad (\text{ecuación 1.4})$$

$$C = C' \times Kre \quad (\text{ecuación 1.5})$$

$$Deq = 1,3 \times \frac{(a \times b)^{\frac{5}{8}}}{(a+b)^{\frac{7}{4}}} \quad (\text{ecuación 1.6})$$

Dónde:

Re = n° de Reynolds (adimensional)

Deq= diámetro equivalente (m)

v= velocidad (m/s)

$C'$  = Coeficiente de pérdidas geométricas (adimensional)

$K_{re}$ : Coeficiente de pérdidas por flujo (adimensional)

La fórmula del diámetro equivalente se emplea para convertir una sección cuadrada en una sección circular, donde "a" y "b" corresponden a los lados de la sección cuadrada, y "Deq" representa el diámetro circular equivalente.

La siguiente tabla muestra los datos obtenidos, y en la primera fila se encuentran los datos más importantes, que corresponden a las pérdidas de carga en el codo y en el cambio de sección.

Conducto derecho	Codo	Cambio de sección
<b>Pérdidas de carga (Pa)</b>	2,768	0,428
<b>Grado inclinación</b>		60
<b>Área inicial (m<sup>2</sup>)</b>	0,16	0,16
<b>Área final (m<sup>2</sup>)</b>	0,16	0,09
<b>Diámetro equivalente (m)</b>	0,437	
<b>Reynolds</b>	148375,24	
<b>Presión dinámica (Pa)</b>	16,05	7,13
<b>Valor C</b>	0,17	0,06
<b>Valor C' tabla</b>	0,15	
<b>a/b</b>	1	
<b>r/b</b>	2	
<b>Grados codo</b>	90	
<b>K<sub>re</sub></b>	1,15	
<b>Area(in)/Área(out)</b>		1,78

Tabla 2.7. Pérdidas de carga en codo y cambio de sección conducto derecho.

Se han obtenido los valores de  $C'$ ,  $C$  y  $K_{re}$  de las siguientes tablas, considerando que la sección del codo es la siguiente:

Variable	Valor
a	0,4
b	0,4
Grados codo	90
r	0,8
a'	0,3
b'	0,3
Grados reducción	60

Tabla 2.8. Datos sobre conducto derecho.

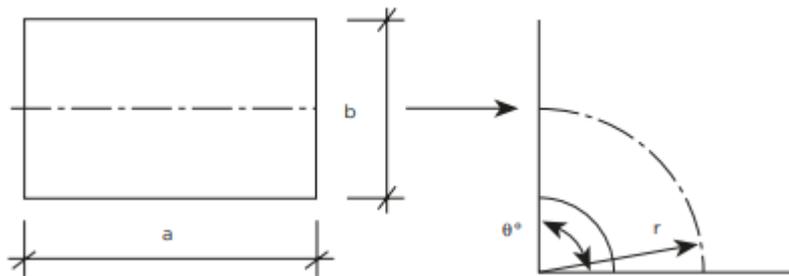


Figura 2.3. Codo con radio uniforme y sección rectangular.

Para codos a  $90^\circ$ , se utilizan las siguientes tablas:

Valores de $C'$											
a/b	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0
r/b											
0,5	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	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	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	0,20	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15

Tabla 2.9. Valores del coeficiente  $C'$ .

Valores de $K_{re}$									
$Re \cdot 10^{-4}$	1	2	3	4	6	8	10	14	20
$r/b$									
0,5	1,40	1,26	1,19	1,14	1,09	1,06	1,04	1,0	1,0
$\geq 0,75$	2,0	1,77	1,64	1,56	0,46	1,38	1,30	1,15	1,0

Tabla 2.10. Valores del coeficiente  $K_{re}$ .

Para las pérdidas de carga en la reducción de sección utilizaremos las siguientes tablas, atendiendo a la figura:

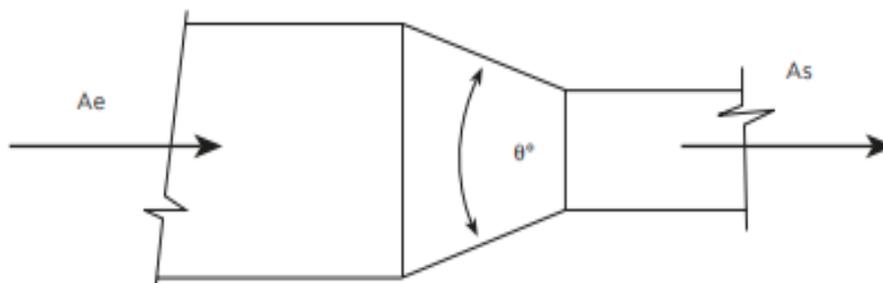


Figura 1.4. Reducción de sección en conducto rectangular.

Valores de C							
$\theta^\circ$	10	15-40	50-60	90	120	150	180
$A_e/A_s$							
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

Tabla 2.11. Valores del coeficiente C.

### 2.1.2.2. Conducto izquierdo (CI)

El conducto izquierdo se instalará para cubrir la renovación de aire en los baños a través de ventilación mecánica. Este conducto será muy similar al derecho. Este comienza, al igual que el conducto derecho, a una altura de 2 metros desde la parte izquierda de la fachada del edificio, con la misma intención de obtener el aire más fresco, evitando gases contaminantes.

El conducto subirá verticalmente 2 metros hasta alcanzar el falso techo, donde se encontrará con un codo de  $90^\circ$  de inclinación, quedando el conducto en posición horizontal por encima del falso techo y en la dirección única

planificada. El conducto presentará dos rejillas, una para cada baño, generando así la diferencia entre dos tramos; y un cambio de sección tras la primera rejilla para mantener una velocidad de aire adecuada.

La sección del conducto será cuadrada de 0,4x0,4 metros cuadrados. El primer tramo se dispondrá en una longitud de 5,7 metros, en donde se encontrará la primera rejilla. Tras esto, se reducirá la sección a 0,3x0,3 metros cuadrados y a una longitud de 6,5 metros se dispondrá la segunda y última rejilla.

El ventilador elegido deberá ser capaz de trasvasar un caudal mínimo de 0,806 m<sup>3</sup>/s o 2903 m<sup>3</sup>/h y aportar una presión estática superior al valor de las pérdidas de presión calculadas con el fin de producir una sobrepresión.

Al igual que antes, utilizaremos el mismo método de cálculo, con la ecuación del caudal para cada tramo de tubería, teniendo en cuenta la pérdida de caudal en cada rejilla. Los resultados se muestran a continuación.

<b>Conducto izquierdo</b>	<b>Tramo 1</b>	<b>Tramo 2</b>
<b>Caudal (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>0,806</b>	<b>0,403</b>
<b>Ancho (m)</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>
<b>Alto (m)</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>
<b>Sección (m*m)</b>	<b>0,16</b>	<b>0,09</b>
<b>Pérdidas de carga (Pa/m)</b>	<b>0,65</b>	<b>0,75</b>
<b>Velocidad (m/s)</b>	<b>5,04</b>	<b>4,48</b>
<b>Perdida caudal rejilla (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>0,403</b>	<b>0,403</b>
<b>Área aproximada rejilla (m<sup>2</sup>)</b>	<b>0,080</b>	<b>0,090</b>
<b>Longitud (m)</b>	<b>5,7</b>	<b>6,5</b>
<b>Pérdidas de carga total (Pa)</b>	<b>3,705</b>	<b>4,875</b>

*Tabla 2.12. Resultados conducto izquierdo.*

Para los cálculos de las presiones en Pascales por metro de tubería, se utilizará la misma gráfica que el caso anterior. En esta gráfica, se combinan los datos de caudal y velocidad para obtener las pérdidas de carga correspondiente.

Gráfico de rozamiento para CLIMAVER PLUS® R y CLIMAVER neto®

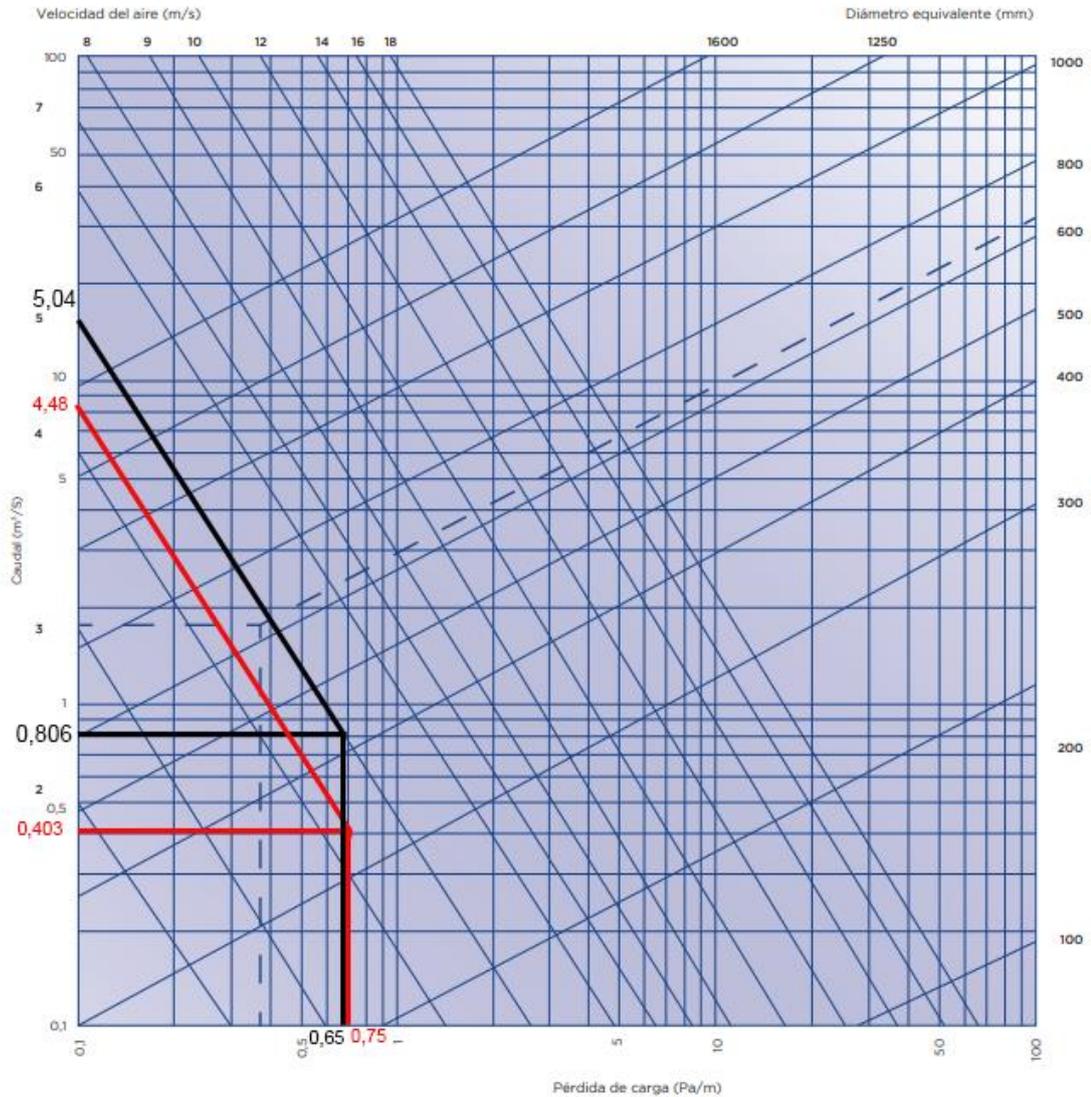


Figura 2.5. Ábaco de pérdidas de cargas por rozamiento del aire.

#### 2.1.2.1.1. Pérdidas cargas codos y cambios de secciones.

Los resultados de los cálculos para las pérdidas de carga en el codo y el cambio de sección se muestran en la siguiente tabla:

Conducto izquierdo	Codo	Cambio de sección
<b>Pérdidas de carga (Pa)</b>	<b>2,685</b>	<b>0,738</b>
<b>Grado inclinación</b>		<b>60</b>
<b>Área inicial (m<sup>2</sup>)</b>	<b>0,16</b>	<b>0,16</b>
<b>Área final (m<sup>2</sup>)</b>	<b>0,16</b>	<b>0,09</b>

<b>Diámetro equivalente (m)</b>	<b>0,437</b>	
<b>Reynolds</b>	<b>146123,92</b>	
<b>Presión dinámica (Pa)</b>	<b>15,57</b>	<b>12,30</b>
<b>Valor C tabla</b>	<b>0,17</b>	<b>0,06</b>
<b>Valor C' tabla</b>	<b>0,15</b>	
<b>a/b</b>	<b>1</b>	
<b>r/b</b>	<b>2</b>	
<b>Grados codo</b>	<b>90</b>	
<b>Kre</b>	<b>1,15</b>	
<b>Area(in)/Área(out)</b>		<b>1,78</b>

Tabla 2.13. Pérdidas de carga en codo y cambio de sección conducto izquierdo.

Variable	Valor
a	0,4
b	0,4
Grados codo	90
r	0,8
a'	0,3
b'	0,3
Grados reducción	60

Tabla 2.14. Datos sobre conducto izquierdo.

Se aprecian resultados similares al conducto derecho, pues el valor del caudal es similar y las pérdidas de carga en los accesorios son similares al ser estos los mismos, es decir, un codo de 90 grados y un cambio de sección con 60 grados de reducción de una sección de 0,4 x 0,4 metros cuadrados a una sección de 0,3 x 0,3 metros cuadrados.

A continuación, como en el caso anterior, se adjuntan las tablas de donde se han obtenido los valores de los coeficientes para los cálculos:

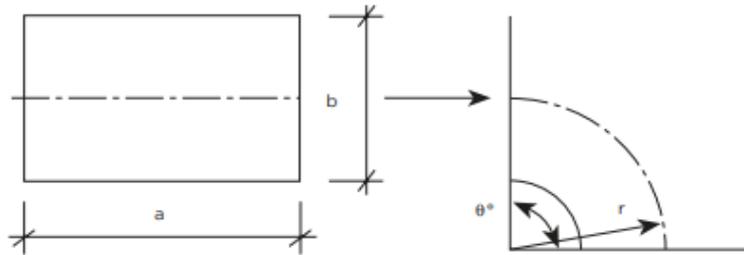


Figura 2.6. Codo con radio uniforme y sección rectangular.

Para codos a 90°, se utilizan las siguientes tablas:

Valores de C'											
a/b	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0
r/b											
0,5	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	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	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	0,20	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15

Tabla 2.15. Valores del coeficiente C'.

Valores de K <sub>Re</sub>									
Re · 10 <sup>-4</sup>	1	2	3	4	6	8	10	14	20
r/b									
0,5	1,40	1,26	1,19	1,14	1,09	1,06	1,04	1,0	1,0
≥0,75	2,0	1,77	1,64	1,56	0,46	1,38	1,30	1,15	1,0

Tabla 2.16.: Valores del coeficiente Kre.

Para las pérdidas de carga en la reducción de sección utilizaremos las siguientes tablas, atendiendo a la figura:

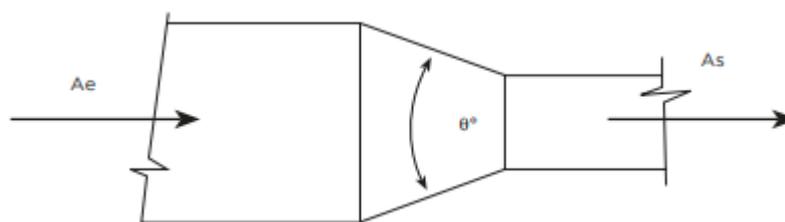


Figura 2.7. Reducción de sección en conducto rectangular

Valores de C							
$\theta^\circ$	10	15-40	50-60	90	120	150	180
Ae/As							
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

Tabla 2.17.: Valores del coeficiente C.

### 2.1.2.3. Filtros.

En esta sección se analiza la importancia de los filtros en los conductos de ventilación, realizando un estudio específico realizado en un gimnasio. Se utilizan tres tablas relevantes: la tabla de categorías del aire interior en función del uso de los edificios, la tabla de calidad del aire exterior y la tabla de clases de filtración basada en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) corregido por la IDAE.

IDA 1	<b>Aire de óptima calidad:</b> hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.
IDA 2	<b>Aire de buena calidad:</b> oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.
IDA 3	<b>Aire de calidad media:</b> edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.
IDA 4	<b>Aire de calidad baja:</b> no se debe aplicar.

Tabla 2.18. Categorías del aire interior en función del uso de los edificios

La calidad del aire interior en un edificio está directamente relacionada con su uso y las actividades que se llevan a cabo en él. Según la tabla de categorías del aire interior, se determina que el gimnasio se encuentra en la categoría IDA 3 (Interior de Aire Aceptable).

<b>ODA 1</b>	Aire puro que puede contener partículas sólidas (por ejemplo, polen) de forma temporal.
<b>ODA 2</b>	Aire con altas concentraciones de partículas.
<b>ODA 3</b>	Aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos.
<b>ODA 4</b>	Aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas.
<b>ODA 5</b>	Aire con muy altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas.

Tabla 2.19.: Categorías de calidad del aire exterior.

La calidad del aire exterior también desempeña un papel crucial en la ventilación de un edificio. Según la tabla de calidad del aire exterior, se utiliza el nivel más restrictivo, ODA 5 (Exterior de Aire Deficiente), para asegurar una filtración adecuada del aire. Se elige esta categoría ya que se encuentra en un polígono industrial, cerca de un granero. Esto sumado a la contaminación de los vehículos pesados que frecuentan la carretera de donde extrae el aire y a la presencia de calima frecuente hace que la calidad del aire exterior pueda ser de mala calidad si se combinan varios de estos factores.

Prefiltros / Filtros				
	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
<b>ODA 1</b>	F7 / F9	F6 / F8	F6 / F7	G4 / F6
<b>ODA 2</b>	F7 / F9	F6 / F8	F6 / F7	G4 / F6
<b>ODA 3</b>	F7 / F9	F6 / F8	F6 / F7	G4 / F6
<b>ODA 4</b>	F7 / F9	F6 / F8	F6 / F7	G4 / F6
<b>ODA 5</b>	F6/GF(*) / F9	F6/GF(*) / F9	F6 / F7	G4 / F6

Tabla 2.20.: Clases de filtración (Tabla del RITE corregida por la IDAE).

Para lograr una filtración efectiva del aire en el gimnasio, es necesario seleccionar los filtros apropiados. Según la tabla de Clases de filtración basada en el RITE corregido por la IDAE, se recomienda el uso de un prefiltro clase F6 y un filtro clase F7.

Las características técnicas del filtro elegido lo podemos encontrar en la siguiente tabla proporcionada por un fabricante de filtros:

**Características técnicas** Technical characteristics - Caractéristiques techniques

Tipo de caja para el filtro	Grosor filtro mm	Caudales y caídas de presión según norma											
		VCPRFG4		VCFM5		M6 ePM10 70%		VCFF7 ePM1 55%		VCF99 ePM1 80%		VCFC Carbon activado	
		m <sup>3</sup> /h	ΔPa	m <sup>3</sup> /h	ΔPa	m <sup>3</sup> /h	ΔPa	m <sup>3</sup> /h	ΔPa	m <sup>3</sup> /h	ΔPa	m <sup>3</sup> /h	ΔPa
CFPFB100	Bolsa 380	200	11	200	13	200	16	200	26	200	36		
	24	200	27			200	37	200	49	200	58	200	87
	48	200	27	200	31	200	31	200	44	200	57	200	174
	98			200	25	200	25	200	35	200	50	160	201
CFPFB125	Bolsa 380	310	27	310	31	310	39	310	63	310	86		
	24	310	65			310	89	310	117	310	140	310	207
	48	610	65	310	75	310	75	310	105	310	136	215	200
	98			310	60	310	60	310	83	310	120	160	201
CFPFB150	Bolsa 380	400	37	400	42	400	53	400	85	400	117		
	24	400	88			400	122	400	159	400	190	340	204
	48	400	88	400	102	400	102	400	143	400	184	240	204
	98			400	82	400	82	400	113	400	164	180	207
CFPFB200	Bolsa 380	600	41	600	46	600	58	600	93	600	128		
	24	600	97			600	133	600	174	600	208	490	206
	48	600	97	600	112	600	122	600	157	600	201	345	205
	98			600	89	600	89	600	123	600	179	260	210
CFPFB250	Bolsa 380	880	41	880	47	880	59	880	97	880	130		
	24	880	98			880	135	880	177	880	221	710	204
	48	880	98	880	114	880	114	880	159	880	205	500	203
	98			880	91	880	91	880	125	880	182	380	212
CFPFB300	Bolsa 380	1300	43	1300	49	1300	61	1300	98	1300	134		
	24	1300	102			1300	140	1300	183	1300	218	1050	212
	48	1300	102	1300	118	1300	118	1300	165	1300	212	750	217
	98			1300	94	1300	94	1300	129	1300	188	550	211
CFPFB350	Bolsa 380	2100	45	2100	51	2100	64	2100	103	2100	141		
	24	2100	107			2100	147	2100	192	2100	229	1650	210
	48	2100	107	2100	124	2100	124	2100	173	2100	222	1150	205
	98			2100	99	2100	99	2100	136	2100	198	900	227
CFPFB400	Bolsa 380	2100	45	2100	51	2100	64	2100	103	2100	141		
	24	2100	107			2100	147	2100	192	2100	229	1650	210
	48	2100	107	2100	124	2100	124	2100	173	2100	222	1150	205
	98			2100	99	2100	99	2100	136	2100	198	900	227
CFPFB450	Bolsa 380	3000	45	3000	52	3000	65	3000	104	3000	143		
	24	3000	108			3000	148	3000	194	3000	232	2350	211
	48	3000	108	3000	125	3000	125	3000	175	3000	225	1700	222
	98			3000	100	3000	100	3000	137	3000	200	1250	217

Tabla 2.21. Características técnicas de los filtros.

Se instalará un filtro y un prefiltro de clase F7 en cada conducto que cumplen sobradamente con los exigidos en el RITE, en el que se pide un mínimo de F6 y F7 respectivamente. Para ello, se selecciona un filtro marca Caexven modelo VCFF7 ePM1 55%, como se muestra en la tabla.

Se observa que para un caudal de 3000 m<sup>3</sup>/h la pérdida de presión es de 194 Pascales, por lo que al contar con un filtro y un prefiltro supone una diferencia de presión de 388 Pascales por conducto que se debe añadir a la pérdida de presión total.

#### 2.1.2.4. Pérdidas de cargas totales en los conductos.

A continuación, se presentan las pérdidas de cargas totales en ambos conductos de ventilación del gimnasio, utilizando los datos proporcionados en la tabla adjunta. Estas pérdidas de carga total son un factor crítico a considerar en el diseño de un sistema de ventilación eficiente.

<b>Conducto derecho</b>	<b>Pérdidas de presión (Pa)</b>
Pérdidas longitudinales	8,4
Pérdidas en codo	2,768
Pérdidas en cambio de sección	0,428
Pérdidas en filtros	388
Pérdidas de presión totales	399,60

*Tabla 2.22. Pérdidas de presión totales en el conducto derecho.*

<b>Conducto izquierdo</b>	<b>Pérdidas de presión (Pa)</b>
Pérdidas longitudinales	8,58
Pérdidas en codo	2,685
Pérdidas en cambio de sección	0,738
Pérdidas en filtros	388
Pérdidas de presión totales	400,00

*Tabla 2.23. Pérdidas de presión totales en el conducto izquierdo.*

Estas pérdidas de carga total, expresadas en pascales (Pa), representan la cantidad de energía necesaria para superar la resistencia total del flujo de aire en cada conducto.

Es importante destacar que las pérdidas de carga total se calculan sumando las pérdidas de carga individuales de todos los componentes del sistema de ventilación, como codos, cambios de sección, filtros u otros elementos que generen resistencia al flujo de aire.

Como se observa, las pérdidas de carga de los filtros tienen una importancia bastante superior al resto de pérdidas. Estas altas pérdidas de carga en el filtro se deben a la necesidad de atrapar y retener partículas y contaminantes presentes en el aire, lo cual implica una mayor resistencia al flujo.

Al analizar las pérdidas de carga total en los conductos de ventilación del gimnasio, es esencial asegurarse de que los ventiladores seleccionados sean capaces de superar estas pérdidas y proporcionar un caudal de aire adecuado para mantener una ventilación eficiente en el espacio.

## 2.1.3. Dimensionado de la instalación.

### 2.1.3.1. Elección de los ventiladores.

Para la elección de los ventiladores, se debe tener en cuenta ciertos factores. Los más importantes son el caudal máximo que puede trasvasar y la presión estática que aporta.

Para esta instalación se necesitan ventiladores capaces de trasvasar un volumen de casi 3000 m<sup>3</sup>/h para ambos conductos, y superar una pérdida de presión de 400 Pascales, además de contar con una presión estática extra para conseguir la sobrepresión que se plantea.

Se consulta el catálogo del fabricante Soler & Palau, empresa española especializada en la fabricación y distribución de productos relacionados con el aire acondicionado, la ventilación y la calefacción.

Dentro de la gama de productos, podemos distinguir entre diferentes tipos de ventiladores. Para este tipo de instalaciones es habitual el uso de ventiladores helicoidales o centrífugos.

Para este caso se emplearán ventiladores centrífugos de baja presión ya que ofrecen diversas ventajas en comparación con los ventiladores helicoidales para una instalación de renovación de aire.

Los ventiladores centrífugos de baja presión son capaces de generar una mayor presión estática, lo que les permite superar resistencias en el sistema de conductos. Esta instalación contará con filtros que presentan grandes caídas de presión que debemos superar, por lo que es especialmente útil el uso de este tipo de ventiladores.

Además, los ventiladores centrífugos pueden mover un mayor caudal de aire, lo cual resulta beneficioso en instalaciones que requieren una renovación de aire más intensiva o en espacios grandes que necesitan una mayor circulación de aire. En este proyecto se trasvasa un caudal considerable por lo que sería más conveniente el uso de un ventilador centrífugo.

Otro punto a tener en cuenta es que los ventiladores centrífugos de baja presión suelen ser más eficientes energéticamente, lo que se traduce en un mejor rendimiento y un menor consumo de energía para lograr el mismo flujo de aire.

En términos de diseño, los ventiladores centrífugos de baja presión ofrecen mayor versatilidad, ya que pueden adaptarse a diferentes configuraciones de conductos y sistemas de ventilación. Su flexibilidad de montaje y posicionamiento facilita su integración en diferentes espacios.

Otra ventaja de los ventiladores centrífugos de baja presión es que generan menos ruido en comparación con los ventiladores helicoidales, por lo que es favorable para el bienestar de los usuarios del gimnasio.

Dentro del catálogo se encuentran diferentes tipos de ventiladores centrífugos para uso comercial e industrial. Se selecciona la serie de ventiladores centrífugos de baja presión CBM, ya que se observa en su ficha técnica valores de caudal y presión estática que se encuentran dentro del rango de trabajo de la instalación de ventilación que se diseña en este proyecto.

La serie CBM abarca varios modelos que se adjuntan en la tabla a continuación:

Modelo	Velocidad (polos)	Potencia motor (W)	Protección	Condensador ( $\mu$ F/V)	Intensidad máxima absorbida (A)	Caudal máximo ( $m^3/h$ )	Temperatura máxima aire ( $^{\circ}C$ )	Nivel de presión sonora* (dB(A))	Peso (kg)	Regulador de tensión opcional	
										REB	RMB
MOTORES MONOFÁSICOS											
CBM-7/7 72W 6P C VR	6	72	IP44	3/450	0,6	1.080	+50	51	6,7	1	1,5
CBM-7/7 147W 4P RE VR	4	147	IP44	7/450	1,2	1.470	+40	63	6,9	2,5	3,5
CBM-9/9 200W 6P RE VR	6	200	IP55	5/450	1,8	2.760	+40	63	14	2,5	3,5
CBM-9/9 373W 4P C VR	4	373	IP44	10/450	3,9	2.900	+40	68	12,4	5	8
CBM-9/9 550W 4P C VR	4	550	IP44	25/450	3,9	3.270	+40	69	14	5	8
CBM-10/10 245W 6P C VR	6	245	IP44	8/450	3,1	3.460	+40	64	14,6	5	3,5
CBM-10/10 373W 4P C VR	4	373	IP44	25/450	4,5	3.390	+40	66	15,3	5	8
CBM-10/10 550W 4P C VR	4	550	IP44	25/450	4,5	3.390	+40	66	15,3	5	8
CBM-12/9 736W 6P C VR	6	736	IP44	20/450	5	4.590	+40	70	24,2	10	8
CBM-12/12 550W 6P VR	6	550	IP20	18/450	7,1	5.570	+40	67	21,5	10	8
CBM-12/12 736W 6P C VR	6	736	IP44	20/450	6	4.960	+40	67	26,5	10	8

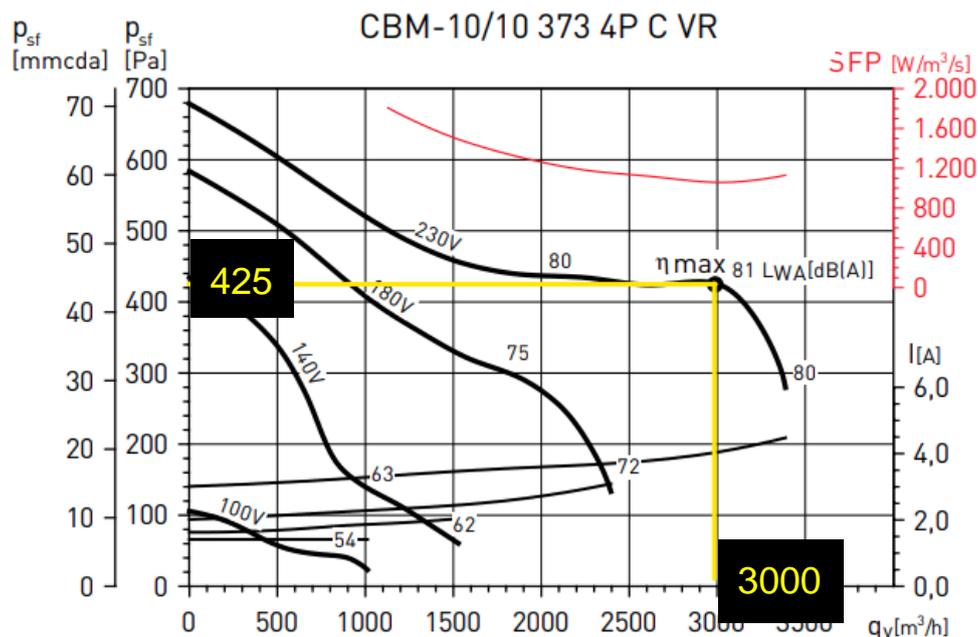
Tabla 2.24.: Serie CBM de ventiladores del fabricante Soler & Palau.

Se instalará, tanto para el conducto derecho como para el izquierdo, el modelo CBM-10/10 de 373W de potencia. Este presenta un caudal máximo de  $3390 m^3/h$  por lo que tenemos cierto margen de operación. Se adjunta una imagen del ventilador.



Figura 1.8. Ventilador centrífugo de baja presión S&P modelo CMB-10/10.

Al contar con un prefiltro en el conducto, el ventilador está protegido frente a objetos sólidos como polvo y ciertos contaminantes. Entonces, solo se debe tener en cuenta los requisitos de protección contra líquidos del equipo, en el que se utilizará un grado de protección IPX4 debido a la presencia de humedad, sudor y posibles salpicaduras de agua presentes en un gimnasio. Este modelo cuenta con protección IP44 por lo que es idóneo para cubrir este requisito.



MC*	EC*	VSD*	SR*	$\eta$ [%]*	N*	[kW]	[m³/h]	[Pa]	[RPM]
B	Total	No	1	43,7	50,4	0,881	2.993	471	1282

Figura 2.9. Curva característica del ventilador.

Como observamos en la figura 1.9, el modelo CBM-10/10 de 373W potencia que presenta su rendimiento máximo en un punto cercano al caudal que se va a trasvasar, lo que contribuye a una operación óptima en cuanto a rentabilidad y eficiencia. Por este motivo se trabajará en este punto, aportando un caudal de 3000 m<sup>3</sup>/h a cada conducto.

La presión estática que proporciona en el punto de rendimiento máximo es de unos 425 Pa, lo que es ligeramente superior a la pérdida de presión total en todo el conducto, por lo que se tendrá la sobrepresión buscada, como se puede observar con las líneas amarillas del diagrama. Una sobrepresión habitual ronda entre los 5 y 50 Pa, por lo que la instalación estará dentro de los valores adecuados.

### 2.1.3.2. Rejillas.

Las rejillas, calculadas previamente, se dispondrán estratégicamente en los puntos de los conductos en los que se requiere de una renovación de aire. Se dispondrán en la cara inferior de los conductos de sección cuadrada, de manera que su disposición será paralela al falso techo para un correcto funcionamiento del sistema.

Para determinar el área necesaria, se calcula el caudal que circula a través de los conductos. A partir de este valor, se seleccionan puntos estratégicos donde se desea expulsar el aire desde los conductos hacia el interior de la sala, junto con la cantidad de aire que se pretende expulsar.

Las tablas 1.6 y 1.12 muestran el caudal de aire en cada tramo de los distintos conductos. La diferencia de caudal entre dos tramos representa la cantidad de aire expulsada a través de las rejillas. Basándonos en la velocidad de flujo del aire en cada tramo de conducto, se estima un área de salida aproximada, asumiendo que la velocidad de salida sería igual a la velocidad en ese tramo.

Es importante destacar que el área de salida corresponde al espacio necesario para que el aire sea expulsado a través de las rejillas. Sin embargo, es importante tener en cuenta que las rejillas solo permiten el paso de una fracción del aire en relación a su área total. Consideramos que las rejillas tienen un rendimiento aproximado del 60% de su área, lo que implica que el área de las rejillas debe ser mayor que el área necesaria para la expulsión del aire. Estos datos están reflejados a continuación:

<b>Conducto derecho</b>	<b>Área de salida (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Área de rejilla (m<sup>2</sup>)</b>
Rejilla 1	0,053	0,089
Rejilla 2	0,080	0,133
Rejilla 3	0,090	0,150

Tabla 2.25.: Área de las rejillas del conducto derecho.

Conducto izquierdo	Área de salida (m <sup>2</sup> )	Área de rejilla (m <sup>2</sup> )
Rejilla 1	0,080	0,133
Rejilla 2	0,090	0,150

Tabla 2.26. Área de las rejillas del conducto izquierdo.

La figura adjunta muestra las ubicaciones de las rejillas destacadas en la tabla 6.1, identificadas en color amarillo.

#### 2.1.3.2.1. Expulsión del aire.

El flujo de aire en el gimnasio se dirigirá hacia las rejillas ubicadas en la parte superior del recinto, dispuestas en la superficie del falso techo. Luego, el aire será expulsado por rejillas dispuestas en las paredes, pero por encima del falso techo. Esta disposición se basa en el principio de que el aire caliente tiende a elevarse debido a su menor densidad. Como resultado, el aire fresco se toma desde una zona baja, mientras que el aire caliente se expulsa al abandonar la nave.

La ventilación en el gimnasio requiere áreas específicas, las cuales se detallan en la siguiente tabla.

Espacio	Volumen in (m <sup>3</sup> /s)	Volumen out (m <sup>3</sup> /s)	Área de las rejillas (m <sup>2</sup> )
Zona General	0,819	0,737	1,23
Baño masculino	0,403	0,363	0,60
Baño femenino	0,403	0,363	0,60

Tabla 2.27. Área de las rejillas de expulsión al exterior.

Observando la tabla, se puede notar que la cantidad de aire que ingresa al gimnasio es mayor que la cantidad de aire que sale. Esta configuración se implementa con el objetivo de crear un ambiente de sobrepresión controlada. Por esto, se ha estimado un volumen de salida de aire un 10% menor que el de la entrada.

Para garantizar un flujo de aire adecuado, se ha tenido en cuenta que las rejillas tienen una capacidad de ventilación aproximada del 60% en relación a su tamaño total. Por lo tanto, se ha incrementado el tamaño inicialmente calculado para permitir que el volumen de aire indicado pueda salir eficientemente. La velocidad del aire, según las normativas, se recomienda entre 0,5 y 1 m/s. En este caso, se ha asumido una velocidad de 1 m/s, ya que en las salas de gimnasio suele haber un movimiento considerable.

### 2.1.3.3. Ventilación del resto de salas

Las salas restantes, al contar con un volumen bastante inferior, y debido a que no serán de uso continuo, se estudiará la posibilidad de renovación de aire por ventilación natural, en el caso de la oficina que cuenta con ventana. Para el baño de movilidad reducida y el almacén se utilizarán extractores, por lo que se utilizará ventilación mecánica.

En la siguiente tabla se muestran los caudales a trasvasar para cada sala:

Sala	Ventilación necesaria
Oficina <sup>0</sup>	132,3
Baño MR	286,65
Almacén	220,5

Tabla 2.28. Requisitos de renovación de aire para el resto de salas.

#### 2.1.3.3.1. Ventilación mecánica en baño MR y almacén.

Para cumplir con estos requisitos se consulta el catálogo de extractores de Soler & Palau. Se elige el ventilador de pared helicoidal de la serie HV-STYLVENT modelo HVE-230 AE, ya que como veremos en la tabla a continuación, cumple sobradamente con el caudal que necesitamos trasvasar, es decir, 286,65 m<sup>3</sup>/h para el baño y 220,5 m<sup>3</sup>/h para el almacén:

#### VENTILADORES HELICOIDALES PARA CRISTAL O PARED Serie HV-STYLVENT



##### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Modelo	Velocidad (r.p.m.)	Potencia absorbida (W)	Intensidad absorbida (A)	Caudales (m <sup>3</sup> /h)			Nivel presión sonora a 3 m (dB(A))		Peso (kg)
				Extracción		Impulsión	Velocidad rápida	Velocidad lenta	
				Velocidad rápida	Velocidad lenta				
HV-150 AE	2350	30	0,19	238	-	-	39	-	2,0
HV-150 M	2350	30	0,19	238	-	-	39	-	2,0
HV-150 A	2350	30	0,19	238	-	-	39	-	2,0
HV-230 AE	1140	28	0,11	489	430	296	40	39	3,5
<b>HVE-230 AE</b>	1140	28	0,11	489	430	296	40	39	3,5
HV-230 M	1140	28	0,11	489	430	296	40	39	3,5
HV-230 A	1140	28	0,11	489	430	296	40	39	3,5
HVE-230 A	1140	28	0,11	489	430	296	40	39	3,5
HV-230 RC	1140	28	0,11	489	430	296	40	39	3,5
HVE-230 RC	1140	28	0,11	489	430	296	40	39	3,5
HV-300 AE	1150	68	0,30	1100	-	700	46	-	5,1
HV-300 M	1150	68	0,30	1100	750	700	46	38	5,1
HV-300 A	1150	68	0,30	1100	750	700	46	38	5,1
HV-300 RC	1150	68	0,30	1100	750	700	46	38	5,1

Tabla 2.29. características técnicas de la serie HV-STYLVENT.

Como se observa, el caudal de extracción mínimo que aporta este ventilador es de 430 m<sup>3</sup>/h, por lo que cumple con los requisitos de ambas salas. La potencia absorbida de estos ventiladores es de 28W cada uno, por lo que no supondrá un aumento significativo en el consumo de energía.

Es un modelo reversible, lo que hace que funcione tanto para extracción como para impulsión. En este caso se usará en su modo de extracción. Se conectará al interruptor de luz de las salas para que ambos se activen a la vez y funcionen de manera conjunta.

Este modelo trae incluido un cajón para encastrar en muro, por lo que facilitará la instalación de este en el falso techo:

#### VERSIONES HVE



#### Modelos con cajón para encastrar en muro

Posiciones de funcionamiento:

**HVE-230 AE:** 3 Posiciones idénticas al HV-230 AE

**HVE-230 A:** 5 Posiciones idénticas al HV-230 A

**HVE-230 RC:** 5 Posiciones idénticas al HV-230 RC

Figura 2.10. Ventilador HV-STYLVENT modelo HVE-230 AE.

#### 2.1.3.3.2. Ventilación natural en oficina

Para la oficina se necesita trasvasar un caudal bastante pequeño y contamos con una ventana bastante grande, por lo que la renovación de aire mediante ventilación natural debe ser suficiente.

Para esta sala se necesita trasvasar un caudal de 132,3 m<sup>3</sup>/h. Teniendo en cuenta una velocidad de aire desfavorable de 0,5 m/s y el tamaño de la ventana de la fachada que se adjunta:



Figura 2.11. Dimensiones de ventana de fachada.

Teniendo en cuenta estas dimensiones, se contará con un área de  $1,5 \text{ m}^2$  para la ventilación natural. Además, se le aplica un 60% de esta área para tomar un área efectiva, por lo que el área de ventilación es de  $0,9 \text{ m}^2$ . Utilizando la ecuación del caudal el resultado es de  $0,45 \text{ m}^3/\text{s}$ , lo que se traduce en un caudal de  $1620 \text{ m}^3/\text{h}$  que cumple sobradamente con el exigido.





# **INSTALACIÓN ELÉCTRICA, CONTRA INCENDIOS Y DE VENTILACIÓN DE UN GIMNASIO**

---

**Trabajo de Fin de Grado**

## **ANEXO II**

### **Instalación de contraincendios**

## ÍNDICE ANEXO II. Instalación de contraincendios

2.2.1. Descripción.....	77
2.2.1.1. Edificio.....	77
2.2.2. Instalaciones de protecciones de contraincendios.....	77
2.2.2.1. Extintores de incendio.....	77
2.2.2.2. Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios.....	78
2.2.2.3. Intervención de los bomberos.....	78
2.2.3. Evacuación del establecimiento.....	78
2.2.3.2. Número de salidas y longitud.....	78
2.2.3.3. Dimensionado de los medios de evacuación.....	79
2.2.3.4. Señalización de los medios de evacuación.....	79

## 2.2.1. Descripción.

### 2.2.1.1. Edificio.

La implementación de sistemas contra incendios se enfoca principalmente en la disponibilidad de extintores necesarios en el establecimiento. Esta elección se fundamenta en el hecho de que el local no supera los requisitos cruciales para justificar la implementación de medidas de protección más especializadas, tales como un aforo que exceda los 500 individuos, una superficie útil que supere los 450 m<sup>2</sup> o la presencia de actividades clasificadas como peligrosas, entre otras circunstancias de similar índole. En consecuencia, se considera suficiente la instalación de extintores como medida primordial de prevención y control de incendios en el mencionado local.

## 2.2.2. Instalaciones de protecciones de contraincendios.

### 2.2.2.1. Extintores de incendio.

Se han previsto y distribuido un total de siete extintores marca FireFox en las instalaciones. De estos, se instalarán dos extintores Extinción Hídrica PG-6 AB con una eficacia clasificada como 13A 144B También se ha colocado un extintor de CO<sub>2</sub> de 5 kg en una ubicación cercana al cuadro eléctrico.

Para una referencia precisa sobre la ubicación de cada extintor, se puede consultar el plano de emergencia, donde se muestran las ubicaciones exactas de los diferentes equipos de protección contra incendios. Esta disposición estratégica ha sido diseñada cuidadosamente para asegurar que no se tenga que recorrer una distancia mayor a 15 metros para acceder a un extintor en caso de emergencia.

Esta distribución óptima de los extintores FireFox garantiza la disponibilidad rápida y accesible de estos equipos de lucha contra incendios en las áreas clave de las instalaciones. Al estar ubicados a distancias cortas y en posiciones estratégicas, se mejora la capacidad de respuesta en caso de un evento de fuego, reduciendo el tiempo de acceso y minimizando los posibles riesgos.

### 2.2.2.2. Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios.

Con el fin de facilitar su localización y uso, se requiere que los extintores cuenten con carteles indicativos. Estos carteles desempeñan un papel crucial al proporcionar información visual clara y precisa sobre la ubicación de los extintores.

La señalización adecuada de los extintores incluye el uso de símbolos reconocibles universalmente, como el dibujo de un extintor, junto con texto que indique su función. Estos carteles deben ser colocados en lugares estratégicos y visibles, garantizando que sean fácilmente identificables en caso de emergencia.

Además, es importante destacar que la señalización debe cumplir con los estándares y regulaciones locales de seguridad contra incendios. Esto asegura que los carteles indicativos sean consistentes en su diseño y proporcionen la información necesaria de manera clara y comprensible para todas las personas presentes en el lugar.

### 2.2.2.3. Intervención de los bomberos.

La presencia de múltiples accesos alrededor de la nave permite a los bomberos llegar al lugar del incidente dentro del gimnasio sin demoras ni obstáculos significativos. Estos accesos serán lo suficientemente amplios para permitir el paso de los vehículos de emergencia, como camiones de bomberos, y deben estar libres de obstrucciones permanentes o temporales.

Además, los accesos estarán claramente identificados y señalizados. La señalización adecuada ayudará a los bomberos a ubicar rápidamente los puntos de entrada y asegurará que no pierdan tiempo crucial buscando el camino correcto. Se utilizarán señales con símbolos reconocibles internacionalmente, como el dibujo de un camión de bomberos, junto con flechas que indiquen la dirección hacia los accesos.

## 2.2.3. Evacuación del establecimiento.

### 2.2.3.2. Número de salidas y longitud.

En relación a las medidas de seguridad y evacuación, se han establecido dos salidas de emergencia estratégicamente ubicadas en el local. Una de ellas se encuentra en la zona de musculación y la otra corresponde a la propia entrada

del establecimiento, en la cual se instalarán puertas especializadas para emergencias. Para garantizar el cumplimiento de las normativas de seguridad, el plano de emergencias define las rutas de evacuación planteadas, asegurando que la distancia hasta cualquiera de las salidas de evacuación sea inferior a 50 metros.

#### 2.2.3.3. Dimensionado de los medios de evacuación.

En cuanto a las puertas de evacuación, se ha propuesto la instalación de puertas cortafuego R120 de la marca Puertas Calvente. Estas puertas cumplen con los estándares de resistencia al fuego establecidos y tienen dimensiones de 207x172 cm. Serán colocadas en la entrada del edificio y en la puerta de evacuación de la sala de musculación.

Estas medidas garantizan la seguridad y eficiencia en caso de una evacuación de emergencia. Al contar con salidas de evacuación adecuadamente ubicadas y puertas cortafuego de alta resistencia, se asegura una respuesta efectiva ante situaciones de riesgo, permitiendo una evacuación rápida y segura de las personas presentes en el local. El cumplimiento de las normativas establecidas y la implementación de estas medidas de seguridad son fundamentales para proteger la integridad de los ocupantes y minimizar los posibles riesgos durante una evacuación.

#### 2.2.3.4. Señalización de los medios de evacuación.

Se deben colocar señales de salida en lugares estratégicos, como cerca de las puertas de salida, las escaleras y los pasillos principales. Estas señales deben ser visibles desde cualquier punto en el área y estar iluminadas adecuadamente, incluso en condiciones de baja visibilidad.

Además de las señales de salida, es crucial contar con señalización adicional que indique la dirección de las rutas de evacuación. Esto puede incluir flechas direccionales en los pasillos y puntos de referencia claros a lo largo de las rutas, como letreros que indiquen "Salida de emergencia" o "Ruta de evacuación". Estos elementos proporcionan una guía visual clara y ayudan a las personas a orientarse correctamente durante una evacuación.



# INSTALACIÓN ELÉCTRICA, CONTRA INCENDIOS Y DE VENTILACIÓN DE UN GIMNASIO

---

Trabajo de Fin de Grado

## ANEXO III

### Instalación de iluminación

## ÍNDICE ANEXO III. Instalación de iluminación

2.3.1. Descripción. ....	82
2.3.2. Cálculos de iluminación. ....	82

### Índice de figuras.

Figura 3.1. Representación entrada.

Figura 3.2. Representación cocina.

Figura 3.3. Representación sala de esta/comedor.

Figura 3.4. Representación zona almacén.

Figura 3.5. Representación pasillo.

Figura 3.6. Representación baño.

Figura 3.7. Representación dormitorio principal.

Figura 3.8. Representación dormitorio 2.

### Índice de tablas.

Tabla 3.1. Datos referencia lúmenes por estancia

Tabla 3.2. Valor límite de eficiencia energética de la instalación

Tabla 3.3. Valor eficiencia energética oficina.

Tabla 3.4. Valor eficiencia energética sala general.

Tabla 3.5. Valor eficiencia energética baño femenino.

Tabla 3.6. Valor eficiencia energética baño masculino.

Tabla 3.7. Valor eficiencia energética baño movilidad reducida.

Tabla 3.8. Valor eficiencia energética almacén.

### 2.3.1. Descripción.

Para la realización del estudio lumínico se ha hecho uso del software DIALux. Con el objetivo de obtener resultados precisos y adaptados a las necesidades específicas de cada sala, se ha dividido la instalación en diferentes sectores, ya que cada sala requiere una luminosidad distinta según la actividad que se desarrolla en ella.

En total, el recinto se ha dividido en 6 salas individuales. Esta división en sectores permitirá un enfoque más detallado en el cálculo de la iluminación, considerando las características y requerimientos específicos de cada espacio. Para garantizar resultados fiables, se han tenido en cuenta aspectos como el tamaño de la sala, la altura del techo, el tipo de actividad realizada y la función específica de cada área dentro del establecimiento.

En el proceso de cálculo, se ha realizado un dibujo de cada una de las salas dentro del software DIALux. Se han indicado las características de los materiales utilizados en las paredes, suelos y techos, ya que la reflexión de la luz en estos elementos influye directamente en el nivel de iluminación alcanzado en cada espacio. Estos detalles precisos permiten obtener resultados más precisos y realistas.

Para seleccionar las luminarias adecuadas para cada sala, se ha tomado como referencia una amplia gama de catálogos de reconocidas marcas como Philips, Disano y Schröder. Estos catálogos ofrecen una amplia variedad de luminarias con diferentes características técnicas y diseños, lo que permite elegir la opción más adecuada para cumplir con los requerimientos de iluminación de cada sala. Finalmente se ha elegido la utilización de luminarias de la marca Philips.

### 2.3.2. Cálculos de iluminación.

Para garantizar una regulación adecuada de la iluminación en cada una de las estancias, se ha seguido lo recomendado en la UNE 12464 (Norma Europea sobre Iluminación para Interiores). Con el objetivo de establecer un punto de referencia consistente, se ha tomado como plano de referencia una altura de 0,8 metros con respecto al suelo.

Para el cálculo de la iluminación, primero se estudian las dimensiones de las distintas salas y del material que son (teniendo en cuenta si presenta muebles de cierto tamaño) ventanas o espejos.

La instalación de iluminación requiere la instalación de luminarias necesarias para cumplir los luxes requeridos en cada sala.

En la siguiente tabla se observan los luxes requeridos que se tomarán como referencia en cada sala dependiendo el uso que se le vaya a dar:

Estancia	Lúmenes
Oficina	100-300 lux
Sala General	300 lux
Vestuarios	200 lux
Almacén	100 lux

Tabla 3.1. Datos referencia lúmenes por estancia.

Para calcular el nivel medio de iluminación en un espacio, se aplica el método de lúmenes, el cual se considera una forma sencilla y efectiva de realizar esta tarea.

El método de lúmenes se basa en la medición del flujo luminoso en una instalación interior, el cual está determinado por la siguiente ecuación:

$$\Phi = \frac{Em \cdot S \cdot fm}{\varphi}$$

Donde:

Em: Nivel de iluminación medio en lúmenes

S: Superficie de la zona

fm: Factor de depreciación

$\varphi$ : Factor de utilización

El flujo luminoso, expresado en lúmenes (lm), representa la cantidad de luz visible que se emite en todas las direcciones desde una fuente de iluminación. A través de mediciones y análisis adecuados, es posible determinar el flujo luminoso total en un espacio interior, considerando la combinación de diferentes fuentes de luz y su disposición.

Conocido esto y entendiendo la importancia de garantizar una iluminación adecuada en una instalación interior, se recurre al uso de la siguiente ecuación para determinar el número de luminarias requeridas en el espacio:

$$NL = \frac{\Phi_T}{n \times \Phi_L}$$

Donde:

$\Phi_T$ : Flujo luminoso total

n: Número de lámparas por luminaria

$\Phi_L$ : Flujo luminoso de la luminaria

En el contexto de la eficiencia energética de la instalación, es fundamental tener en cuenta el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI). El documento básico HE de ahorro de energía (DBHE3) establece que en casos en los que se realice una intervención en un edificio existente, con un cambio de uso característico, es necesario aplicar ciertas condiciones y realizar cálculos específicos del VEEI en cada zona.

La razón detrás de esta exigencia radica en la importancia de asegurar que la intervención en el edificio no exceda los límites establecidos en la normativa vigente. Para lograrlo, se deben calcular los valores de eficiencia energética de la instalación en cada zona afectada, y verificar que dichos valores no superen los límites consignados en la figura 3.1 del documento mencionado.

El cálculo de la eficiencia energética de la instalación de iluminación de una zona se determina mediante el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) expresado en W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux. Esta ecuación relaciona la potencia consumida, la superficie de la zona y los lux para evaluar la eficiencia energética específica:

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

Donde:

P: Potencia total en W

S: Superficie iluminada (m<sup>2</sup>)

Em: Luminaria media del plano horizontal en la superficie de estudio (lm/m<sup>2</sup>)

Los valores máximos de VEEI salen en la siguiente figura, del Documento básico de ahorro de energía (DBHE3):

Uso del recinto	VEEI límite
Administrativo en general	3,0
Andenes de estaciones de transporte	3,0
Pabellones de exposición o ferias	3,0
Salas de diagnóstico <sup>(1)</sup>	3,5
Aulas y laboratorios <sup>(2)</sup>	3,5
Habitaciones de hospital <sup>(3)</sup>	4,0
Recintos interiores no descritos en este listado	4,0
Zonas comunes <sup>(4)</sup>	4,0
Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	4,0
Aparcamientos	4,0
Espacios deportivos <sup>(5)</sup>	4,0
Estaciones de transporte <sup>(6)</sup>	5,0
Supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
Bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
Zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
Centros comerciales (excluidas tiendas) <sup>(7)</sup>	6,0
Hostelería y restauración <sup>(8)</sup>	8,0
Religioso en general	8,0
Salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias <sup>(9)</sup>	8,0
Tiendas y pequeño comercio <sup>(10)</sup>	8,0
Habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
Locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

Tabla 3.2. Valor límite de eficiencia energética de la instalación.

Al tratarse de espacios deportivos, el límite establecido para el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) se fija en 5. Este valor límite es crucial y no debe ser sobrepasado para garantizar una eficiencia energética adecuada en dichos espacios. Para determinar si se cumple con este límite, se recurrirá al uso del software "DIALux".

#### Oficina:

Esta estancia se utilizará como oficina y zona de descanso de los empleados del gimnasio. Siguiendo la norma, tendrá un objetivo de iluminación de entre 100-300 lux. Para ello se instalarán 2 luminarias "Philips BN126C PSU L1500". Cada una de estas luminarias cuentan con una potencia individual de 12W, un flujo lumínico de 3000lm y una temperatura de color de 4000K.



Figura 3.1. Representación oficina.

DIALux reporta los siguientes resultados:

Estancia	$E_m$	VEEI ( $\frac{W}{m^2} 100lux$ )	Potencia Total (W)
Oficina	276	1,38	24

Tabla 3.3. Valor eficiencia energética oficina.

Sala general:

En esta estancia estarán ubicadas todas las máquinas, pesas y elementos para el entrenamiento en el gimnasio. Siguiendo la norma, tendrá un objetivo de iluminación de 300 lux, Para ello se instalarán 20 luminarias “PHILIPS RC132V G5 PSU”. Cada una de estas luminarias cuentan con una potencia individual de 15W, un flujo lumínico de 3200lm y una temperatura de color de 4000K.



Figura 3.2. Representación sala general.

DIALux reporta los siguientes resultados:

Estancia	$E_m$	VEEI ( $\frac{W}{m^2} 100lux$ )	Potencia Total (W)
Sala general	304	0,70	300

Tabla 3.4. Valor eficiencia energética oficina.

Baño femenino:

En esta estancia se encuentran los aseos, vestuario y duchas destinadas a uso femenino. Tendrá un objetivo de iluminación de 200 lux, para ello se instalarán 4 luminarias “PHILIPS RC132V G5 PSU”. Cada una de estas luminarias cuentan con una potencia individual de 15W, un flujo lumínico de 3200lm y una temperatura de color de 4000K.



Figura 3.3. Representación baño femenino.

DIALux reporta los siguientes resultados:

Estancia	$E_m$	VEEI ( $\frac{W}{m^2} 100lux$ )	Potencia Total (W)
Baño femenino	203	1,07	60

Tabla 3.5. Valor eficiencia energética baño femenino

Baño masculino:

Esta estancia es igual a “Baño femenino” pero a la inversa, en él se encuentran los aseos, vestuarios y duchas de uso masculino. Tendrá un objetivo de iluminación de 200 lux, para ello se instalarán 4 luminarias “PHILIPS RC132V G5 PSU”. Cada una de estas luminarias cuentan con una potencia individual de 15W, un flujo lumínico de 3200lm y una temperatura de color de 4000K.



Figura 3.4. Representación baño masculino.

DIALux reporta los siguientes resultados:

Estancia	$E_m$	VEEI ( $\frac{W}{m^2} 100lux$ )	Potencia Total (W)
Baño masculino	203	1,07	60

Tabla 3.6. Valor eficiencia energética baño masculino.

Baño movilidad reducida:

Esta estancia será utilizada como baño para personas con movilidad reducida. Siguiendo la norma, al igual que en las otras estancias destinadas al aseo, tendrá un objetivo de iluminación de 200 lux, para ello se instalarán 2 luminarias "PHILIPS RC132V G5 PSU". Cada una de estas luminarias cuentan con una potencia individual de 15W, un flujo lumínico de 3000lm y una temperatura de color de 4000K.



Figura 3.5. Representación baño movilidad reducida.

DIALux reporta los siguientes resultados:

Estancia	$E_m$	VEEI ( $\frac{W}{m^2} 100lux$ )	Potencia Total (W)
Baño MR	205	1,07	30

Tabla 3.7. Valor eficiencia energética baño movilidad reducida.

Almacén:

En esta estancia se encontrarán los termos que alimentarán el agua caliente de los baños. Siguiendo la norma, tendrá un objetivo de iluminación de 100 lux, para ello se instalará 1 luminaria “Philips BN126C PSU L1500”. Esta luminaria cuenta con una potencia de 15W, un flujo lumínico de 3500lm y una temperatura de color de 4000K.



Figura 3.6. Representación almacén.

DIALux reporta los siguientes resultados:

Estancia	$E_m$	VEEI ( $\frac{W}{m^2} 100lux$ )	Potencia Total (W)
Entrada	118	1,21	15

Tabla 3.8. Valor eficiencia energética almacén.

Como se puede analizar en las tablas, se aprecia que todas las salas cumplen con los estándares y presentan un VEEI dentro de lo que rige la norma.

## **Estudio de Iluminación.**

Proyecto: Instalación eléctrica, contraincendios y de ventilación de un gimnasio.

Encargo: Universidad de La Laguna  
Grado: Ingeniería Mecánica

Fecha: 09.05.2023  
Proyecto elaborado por: Santiago Farías Peña



## Índice

<b>Estudio de Iluminación.</b>	
Portada del proyecto	1
Índice	2
<b>Philips BN126C PSU L1500 LED35S/840 NO</b>	
Hoja de datos de luminarias	3
<b>BN126C PSU L1500 LED35S/840 NO</b>	
Tabla UGR	4
<b>PHILIPS RC132V G5 PSU-MultiLumen W60L6 OC 29S/830 NO</b>	
Hoja de datos de luminarias	5
<b>RC132V G5 PSU-MultiLumen W60L6 OC 29S/830 NO</b>	
Tabla UGR	6
<b>Oficina</b>	
Resumen	7
<b>Sala General</b>	
Resumen	8
<b>Baño Femenino</b>	
Resumen	9
<b>Baño masculino</b>	
Resumen	10
<b>Baño MR</b>	
Resumen	11
<b>Almacén</b>	
Resumen	12



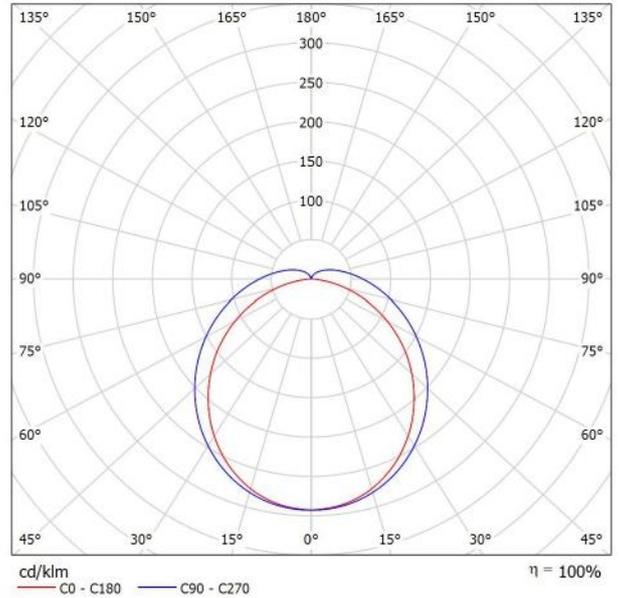
Universidad de La Laguna  
Grado en Ingeniería Mecánica

Proyecto elaborado por Santiago Farías Peña  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Philips BN126C PSU L1500 LED35S/840 NO / Hoja de datos de luminarias

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

### Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 91  
Código CIE Flux: 43 72 91 91 100

### Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	18.5	19.8	18.9	20.2	20.6	18.7	20.0	19.1	20.4	20.8
	3H	19.9	21.1	20.4	21.5	21.9	20.5	21.7	20.9	22.1	22.5
	4H	20.4	21.5	20.9	21.9	22.4	21.3	22.4	21.8	22.9	23.4
	6H	20.7	21.7	21.2	22.2	22.7	22.2	23.2	22.6	23.6	24.1
	8H	20.8	21.7	21.3	22.2	22.7	22.5	23.5	23.0	24.0	24.5
4H	2H	19.2	20.2	19.6	20.7	21.2	19.3	20.4	19.8	20.8	21.3
	3H	20.7	21.7	21.2	22.1	22.7	21.3	22.2	21.8	22.7	23.2
	4H	21.4	22.2	21.9	22.7	23.3	22.3	23.2	22.8	23.7	24.2
	6H	21.8	22.5	22.3	23.0	23.6	23.3	24.0	23.9	24.6	25.2
	8H	21.9	22.6	22.4	23.1	23.7	23.8	24.5	24.3	25.0	25.6
8H	2H	19.2	20.2	19.6	20.7	21.2	19.3	20.4	19.8	20.8	21.3
	3H	20.7	21.7	21.2	22.1	22.7	21.3	22.2	21.8	22.7	23.2
	4H	21.4	22.2	21.9	22.7	23.3	22.3	23.2	22.8	23.7	24.2
	6H	21.8	22.5	22.3	23.0	23.6	23.3	24.0	23.9	24.6	25.2
	8H	21.9	22.6	22.4	23.1	23.7	23.8	24.5	24.3	25.0	25.6
12H	2H	18.5	19.8	18.9	20.2	20.6	18.7	20.0	19.1	20.4	20.8
	3H	19.9	21.1	20.4	21.5	21.9	20.5	21.7	20.9	22.1	22.5
	4H	20.4	21.5	20.9	21.9	22.4	21.3	22.4	21.8	22.9	23.4
	6H	20.7	21.7	21.2	22.2	22.7	22.2	23.2	22.6	23.6	24.1
	8H	20.8	21.7	21.3	22.2	22.7	22.5	23.5	23.0	24.0	24.5
12H	2H	18.5	19.8	18.9	20.2	20.6	18.7	20.0	19.1	20.4	20.8
	3H	19.9	21.1	20.4	21.5	21.9	20.5	21.7	20.9	22.1	22.5
	4H	20.4	21.5	20.9	21.9	22.4	21.3	22.4	21.8	22.9	23.4
	6H	20.7	21.7	21.2	22.2	22.7	22.2	23.2	22.6	23.6	24.1
	8H	20.8	21.7	21.3	22.2	22.7	22.5	23.5	23.0	24.0	24.5
12H	2H	18.5	19.8	18.9	20.2	20.6	18.7	20.0	19.1	20.4	20.8
	3H	19.9	21.1	20.4	21.5	21.9	20.5	21.7	20.9	22.1	22.5
	4H	20.4	21.5	20.9	21.9	22.4	21.3	22.4	21.8	22.9	23.4
	6H	20.7	21.7	21.2	22.2	22.7	22.2	23.2	22.6	23.6	24.1
	8H	20.8	21.7	21.3	22.2	22.7	22.5	23.5	23.0	24.0	24.5
12H	2H	18.5	19.8	18.9	20.2	20.6	18.7	20.0	19.1	20.4	20.8
	3H	19.9	21.1	20.4	21.5	21.9	20.5	21.7	20.9	22.1	22.5
	4H	20.4	21.5	20.9	21.9	22.4	21.3	22.4	21.8	22.9	23.4
	6H	20.7	21.7	21.2	22.2	22.7	22.2	23.2	22.6	23.6	24.1
	8H	20.8	21.7	21.3	22.2	22.7	22.5	23.5	23.0	24.0	24.5
12H	2H	18.5	19.8	18.9	20.2	20.6	18.7	20.0	19.1	20.4	20.8
	3H	19.9	21.1	20.4	21.5	21.9	20.5	21.7	20.9	22.1	22.5
	4H	20.4	21.5	20.9	21.9	22.4	21.3	22.4	21.8	22.9	23.4
	6H	20.7	21.7	21.2	22.2	22.7	22.2	23.2	22.6	23.6	24.1
	8H	20.8	21.7	21.3	22.2	22.7	22.5	23.5	23.0	24.0	24.5
12H	2H	18.5	19.8	18.9	20.2	20.6	18.7	20.0	19.1	20.4	20.8
	3H	19.9	21.1	20.4	21.5	21.9	20.5	21.7	20.9	22.1	22.5
	4H	20.4	21.5	20.9	21.9	22.4	21.3	22.4	21.8	22.9	23.4
	6H	20.7	21.7	21.2	22.2	22.7	22.2	23.2	22.6	23.6	24.1
	8H	20.8	21.7	21.3	22.2	22.7	22.5	23.5	23.0	24.0	24.5
12H	2H	18.5	19.8	18.9	20.2	20.6	18.7	20.0	19.1	20.4	20.8
	3H	19.9	21.1	20.4	21.5	21.9	20.5	21.7	20.9	22.1	22.5
	4H	20.4	21.5	20.9	21.9	22.4	21.3	22.4	21.8	22.9	23.4
	6H	20.7	21.7	21.2	22.2	22.7	22.2	23.2	22.6	23.6	24.1
	8H	20.8	21.7	21.3	22.2	22.7	22.5	23.5	23.0	24.0	24.5
12H	2H	18.5	19.8	18.9	20.2	20.6	18.7	20.0	19.1	20.4	20.8
	3H	19.9	21.1	20.4	21.5	21.9	20.5	21.7	20.9	22.1	22.5
	4H	20.4	21.5	20.9	21.9	22.4	21.3	22.4	21.8	22.9	23.4
	6H	20.7	21.7	21.2	22.2	22.7	22.2	23.2	22.6	23.6	24.1
	8H	20.8	21.7	21.3	22.2	22.7	22.5	23.5	23.0	24.0	24.5
12H	2H	18.5	19.8	18.9	20.2	20.6	18.7	20.0	19.1	20.4	20.8
	3H	19.9	21.1	20.4	21.5	21.9	20.5	21.7	20.9	22.1	22.5
	4H	20.4	21.5	20.9	21.9	22.4	21.3	22.4	21.8	22.9	23.4
	6H	20.7	21.7	21.2	22.2	22.7	22.2	23.2	22.6	23.6	24.1
	8H	20.8	21.7	21.3	22.2	22.7	22.5	23.5	23.0	24.0	24.5
12H	2H	18.5	19.8	18.9	20.2	20.6	18.7	20.0	19.1	20.4	20.8
	3H	19.9	21.1	20.4	21.5	21.9	20.5	21.7	20.9	22.1	22.5
	4H	20.4	21.5	20.9	21.9	22.4	21.3	22.4	21.8	22.9	23.4
	6H	20.7	21.7	21.2	22.2	22.7	22.2	23.2	22.6	23.6	24.1
	8H	20.8	21.7	21.3	22.2	22.7	22.5	23.5	23.0	24.0	24.5
12H	2H	18.5	19.8	18.9	20.2	20.6	18.7	20.0	19.1	20.4	20.8
	3H	19.9	21.1	20.4	21.5	21.9	20.5	21.7	20.9	22.1	22.5
	4H	20.4	21.5	20.9	21.9	22.4	21.3	22.4	21.8	22.9	23.4
	6H	20.7	21.7	21.2	22.2	22.7	22.2	23.2	22.6	23.6	24.1
	8H	20.8	21.7	21.3	22.2	22.7	22.5	23.5	23.0	24.0	24.5
12H	2H	18.5	19.8	18.9	20.2	20.6	18.7	20.0	19.1	20.4	20.8
	3H	19.9	21.1	20.4	21.5	21.9	20.5	21.7	20.9	22.1	22.5
	4H	20.4	21.5	20.9	21.9	22.4	21.3	22.4	21.8	22.9	23.4
	6H	20.7	21.7	21.2	22.2	22.7	22.2	23.2	22.6	23.6	24.1
	8H	20.8	21.7	21.3	22.2	22.7	22.5	23.5	23.0	24.0	24.5
12H	2H	18.5	19.8	18.9	20.2	20.6	18.7	20.0	19.1	20.4	20.8
	3H	19.9	21.1	20.4	21.5	21.9	20.5	21.7	20.9	22.1	22.5
	4H	20.4	21.5	20.9	21.9	22.4	21.3	22.4	21.8	22.9	23.4
	6H	20.7	21.7	21.2	22.2	22.7	22.2	23.2	22.6	23.6	24.1
	8H	20.8	21.7	21.3	22.2	22.7	22.5	23.5	23.0	24.0	24.5
12H	2H	18.5	19.8	18.9	20.2	20.6	18.7	20.0	19.1	20.4	20.8
	3H	19.9	21.1	20.4	21.5	21.9	20.5	21.7	20.9	22.1	22.5
	4H	20.4	21.5	20.9	21.9	22.4	21.3	22.4	21.8	22.9	23.4
	6H	20.7	21.7	21.2	22.2	22.7	22.2	23.2	22.6	23.6	24.1
	8H	20.8	21.7	21.3	22.2	22.7	22.5	23.5	23.0	24.0	24.5
12H	2H	18.5	19.8	18.9	20.2	20.6	18.7	20.0	19.1	20.4	20.8
	3H	19.9	21.1	20.4	21.5	21.9	20.5	21.7	20.9	22.1	22.5
	4H	20.4	21.5	20.9	21.9	22.4	21.3	22.4	21.8	22.9	23.4
	6H	20.7	21.7	21.2	22.2	22.7	22.2	23.2	22.6	23.6	24.1
	8H	20.8	21.7	21.3	22.2	22.7	22.5	23.5	23.0	24.0	24.5
12H	2H	18.5	19.8	18.9	20.2	20.6	18.7	20.0	19.1	20.4	20.8
	3H	19.9	21.1	20.4	21.5	21.9	20.5	21.7	20.9	22.1	22.5
	4H	20.4	21.5	20.9	21.9	22.4	21.3	22.4	21.8	22.9	23.4
	6H	20.7	21.7	21.2	22.2	22.7	22.2	23.2	22.6	23.6	24.1
	8H	20.8	21.7	21.3	22.2	22.7	22.5	23.5	23.0	24.0	24.5
12H	2H	18.5	19.8	18.9	20.2	20.6	18				



Universidad de La Laguna  
Grado en Ingeniería Mecánica

Proyecto elaborado por Santiago Farías Peña  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Philips BN126C PSU L1500 LED35S/840 NO / Tabla UGR**

Luminaria: Philips BN126C PSU L1500 LED35S/840 NO  
Lámparas: 1 x LED35S/840

<b>Valoración de deslumbramiento según UGR</b>											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
X	Y										
2H	2H	18.5	19.8	18.9	20.2	20.6	18.7	20.0	19.1	20.4	20.8
	3H	19.9	21.1	20.4	21.5	21.9	20.5	21.7	20.9	22.1	22.5
	4H	20.4	21.5	20.9	21.9	22.4	21.3	22.4	21.8	22.9	23.4
	6H	20.7	21.7	21.2	22.2	22.7	22.2	23.2	22.6	23.6	24.1
	8H	20.8	21.7	21.3	22.2	22.7	22.5	23.5	23.0	24.0	24.5
	12H	20.8	21.7	21.3	22.2	22.7	22.9	23.8	23.4	24.3	24.8
4H	2H	19.2	20.2	19.6	20.7	21.2	19.3	20.4	19.8	20.8	21.3
	3H	20.7	21.7	21.2	22.1	22.7	21.3	22.2	21.8	22.7	23.2
	4H	21.4	22.2	21.9	22.7	23.3	22.3	23.2	22.8	23.7	24.2
	6H	21.8	22.5	22.3	23.0	23.6	23.3	24.0	23.9	24.6	25.2
	8H	21.9	22.6	22.4	23.1	23.7	23.8	24.5	24.3	25.0	25.6
	12H	21.9	22.5	22.5	23.1	23.7	24.2	24.8	24.8	25.4	26.0
8H	4H	21.8	22.4	22.3	23.0	23.6	22.6	23.3	23.2	23.8	24.4
	6H	22.4	22.9	23.0	23.5	24.2	23.8	24.4	24.4	24.9	25.6
	8H	22.6	23.1	23.2	23.7	24.3	24.4	24.9	25.0	25.5	26.2
	12H	22.7	23.1	23.3	23.7	24.4	25.0	25.5	25.6	26.1	26.8
12H	4H	21.8	22.5	22.4	23.0	23.6	22.6	23.2	23.2	23.8	24.4
	6H	22.5	23.0	23.1	23.6	24.3	23.9	24.4	24.5	25.0	25.6
	8H	22.8	23.2	23.4	23.9	24.5	24.5	25.0	25.2	25.6	26.3
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.2 / -0.3					+0.2 / -0.3				
S = 2.0H		+0.4 / -0.6					+0.3 / -0.5				
Tabla estándar		BK05					BK08				
Sumando de corrección		5.4					8.0				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3500lm Flujo luminoso total											

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.



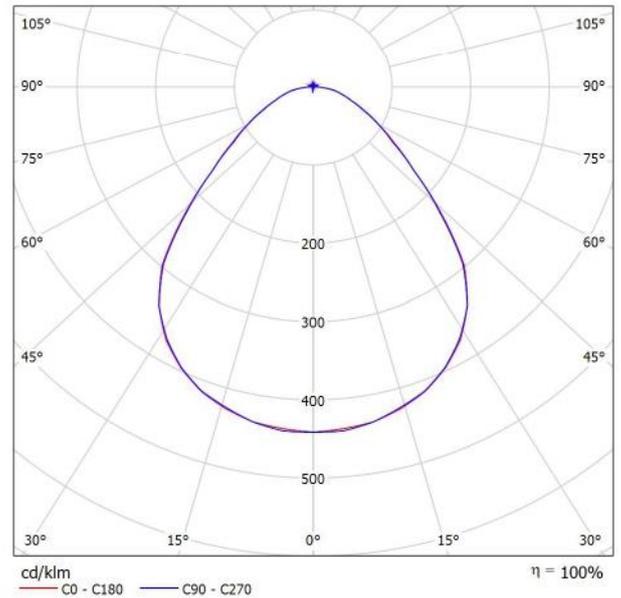
Universidad de La Laguna  
Grado en Ingeniería Mecánica

Proyecto elaborado por Santiago Farías Peña  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS RC132V G5 PSU-MultiLumen W60L6 OC 29S/830 NO / Hoja de datos de luminarias

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 99  
Código CIE Flux: 59 86 97 99 100

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Tech	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
X	Y	2H	3H	4H	6H	8H	12H	4H	6H	8H	12H
	2H	14.8	15.9	15.1	16.2	16.4	14.8	15.9	15.1	16.2	16.4
	3H	15.7	16.7	16.0	17.0	17.2	15.6	16.6	15.9	16.9	17.2
	4H	16.1	17.0	16.4	17.3	17.6	16.0	17.0	16.4	17.3	17.6
	6H	16.5	17.4	16.8	17.7	18.0	16.4	17.3	16.8	17.6	18.0
	8H	16.7	17.5	17.0	17.8	18.2	16.6	17.5	17.0	17.8	18.1
	12H	16.8	17.6	17.2	17.9	18.3	16.7	17.5	17.1	17.9	18.2
	2H	15.2	16.2	15.6	16.5	16.8	15.2	16.2	15.5	16.5	16.8
	3H	16.3	17.2	16.7	17.5	17.9	16.3	17.1	16.7	17.5	17.8
	4H	16.9	17.6	17.3	18.0	18.4	16.9	17.6	17.3	18.0	18.3
	6H	17.5	18.1	17.9	18.5	18.9	17.4	18.0	17.8	18.4	18.9
	8H	17.7	18.3	18.2	18.7	19.2	17.6	18.2	18.1	18.6	19.1
	12H	17.9	18.4	18.4	18.9	19.3	17.8	18.4	18.3	18.8	19.2
	4H	17.2	17.8	17.6	18.2	18.6	17.1	17.7	17.6	18.1	18.6
	6H	17.9	18.4	18.4	18.8	19.3	17.9	18.3	18.3	18.8	19.2
	8H	18.3	18.7	18.7	19.1	19.6	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6
	12H	18.5	18.9	19.0	19.4	19.9	18.5	18.8	19.0	19.3	19.8
	4H	17.2	17.7	17.7	18.2	18.6	17.2	17.7	17.6	18.1	18.6
	6H	18.0	18.4	18.5	18.9	19.4	17.9	18.4	18.4	18.8	19.3
	8H	18.4	18.7	18.9	19.2	19.7	18.3	18.7	18.8	19.2	19.7
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.2 / -0.3					+0.2 / -0.3					
S = 1.5H	+0.4 / -0.7					+0.4 / -0.7					
S = 2.0H	+0.9 / -1.2					+0.9 / -1.2					
Tabla estándar	BK05					BK05					
Sumando de corrección	0.8					0.7					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2900lm Flujo luminoso total											



Universidad de La Laguna  
Grado en Ingeniería Mecánica

Proyecto elaborado por Santiago Farías Peña  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

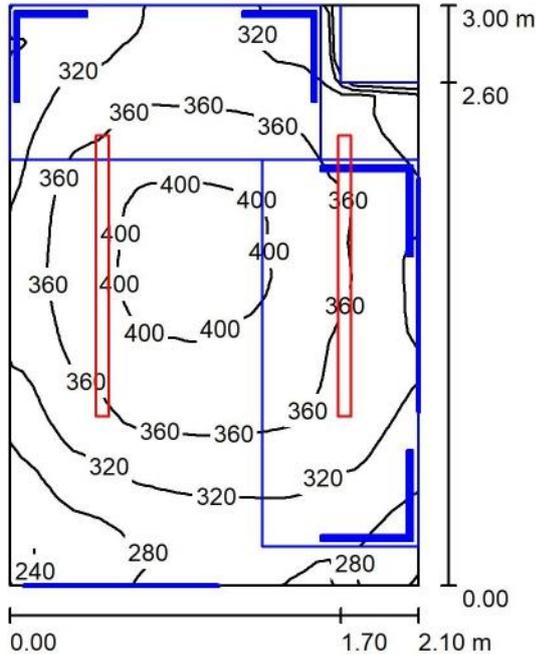
**PHILIPS RC132V G5 PSU-MultiLumen W60L6 OC 29S/830 NO / Tabla UGR**

Luminaria: PHILIPS RC132V G5 PSU-MultiLumen W60L6 OC 29S/830 NO  
Lámparas: 1 x 29S/830

<b>Valoración de deslumbramiento según UGR</b>											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
X	Y										
2H	2H	14.8	15.9	15.1	16.2	16.4	14.8	15.9	15.1	16.2	16.4
	3H	15.7	16.7	16.0	17.0	17.2	15.6	16.6	15.9	16.9	17.2
	4H	16.1	17.0	16.4	17.3	17.6	16.0	17.0	16.4	17.3	17.6
	6H	16.5	17.4	16.8	17.7	18.0	16.4	17.3	16.8	17.6	18.0
	8H	16.7	17.5	17.0	17.8	18.2	16.6	17.5	17.0	17.8	18.1
	12H	16.8	17.6	17.2	17.9	18.3	16.7	17.5	17.1	17.9	18.2
4H	2H	15.2	16.2	15.6	16.5	16.8	15.2	16.2	15.5	16.5	16.8
	3H	16.3	17.2	16.7	17.5	17.9	16.3	17.1	16.7	17.5	17.8
	4H	16.9	17.6	17.3	18.0	18.4	16.9	17.6	17.3	18.0	18.3
	6H	17.5	18.1	17.9	18.5	18.9	17.4	18.0	17.8	18.4	18.9
	8H	17.7	18.3	18.2	18.7	19.2	17.6	18.2	18.1	18.6	19.1
	12H	17.9	18.4	18.4	18.9	19.3	17.8	18.4	18.3	18.8	19.2
8H	4H	17.2	17.8	17.6	18.2	18.6	17.1	17.7	17.6	18.1	18.6
	6H	17.9	18.4	18.4	18.8	19.3	17.9	18.3	18.3	18.8	19.2
	8H	18.3	18.7	18.7	19.1	19.6	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6
	12H	18.5	18.9	19.0	19.4	19.9	18.5	18.8	19.0	19.3	19.8
12H	4H	17.2	17.7	17.7	18.2	18.6	17.2	17.7	17.6	18.1	18.6
	6H	18.0	18.4	18.5	18.9	19.4	17.9	18.4	18.4	18.8	19.3
	8H	18.4	18.7	18.9	19.2	19.7	18.3	18.7	18.8	19.2	19.7
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.2 / -0.3					+0.2 / -0.3				
S = 1.5H		+0.4 / -0.7					+0.4 / -0.7				
S = 2.0H		+0.9 / -1.2					+0.9 / -1.2				
Tabla estándar		BK05					BK05				
Sumando de corrección		0.8					0.7				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2900lm Flujo luminoso total											

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.

**Oficina / Resumen**



Altura del local: 3.500 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:39

Superficie	ρ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	343	231	414	0.675
Suelo	26	133	13	254	0.100
Techo	40	211	36	279	0.169
Paredes (4)	73	229	5.49	958	/

**Plano útil:**

Altura: 0.800 m  
Trama: 32 x 32 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips BN126C PSU L1500 LED35S/840 NO (Tipo 1)* (1.000)	3000	3000	12.0
			<b>Total: 6000</b>	<b>Total: 6000</b>	<b>24.0</b>

\*Especificaciones técnicas modificadas

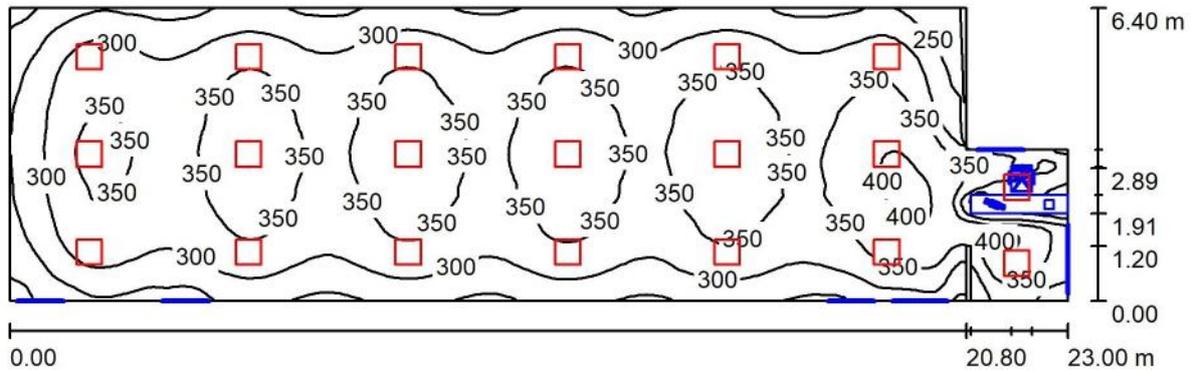
Valor de eficiencia energética:  $3.81 \text{ W/m}^2 = 1.11 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $6.30 \text{ m}^2$ )



Universidad de La Laguna  
Grado en Ingeniería Mecánica

Proyecto elaborado por Santiago Farías Peña  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Sala General / Resumen**



Altura del local: 3.500 m, Altura de montaje: 3.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:165

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	324	179	411	0.552
Suelo	26	300	29	367	0.097
Techo	40	106	81	179	0.762
Paredes (6)	73	181	33	432	/

**Plano útil:**

Altura: 0.800 m  
Trama: 128 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

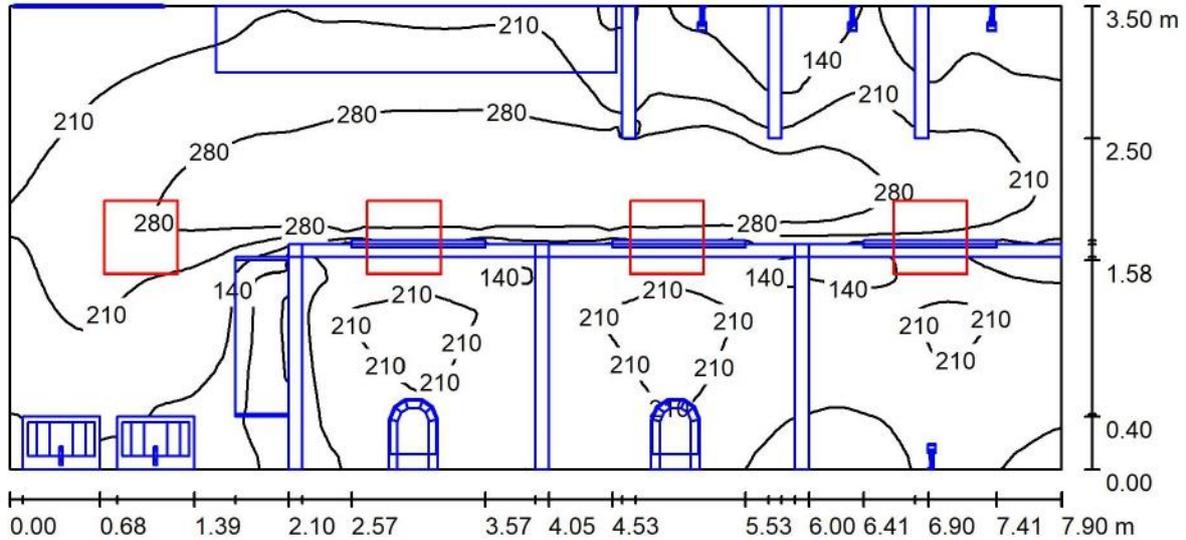
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	20	PHILIPS RC132V G5 PSU-MultiLumen W60L6 OC 29S/830 NO (Tipo 1)* (1.000)	3193	3200	15.0
			Total: 63858	Total: 64000	300.0

\*Especificaciones técnicas modificadas

Valor de eficiencia energética:  $2.14 \text{ W/m}^2 = 0.66 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $140.38 \text{ m}^2$ )



**Baño Femenino / Resumen**



Altura del local: 3.500 m, Altura de montaje: 3.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:57

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	205	29	332	0.139
Suelo	39	138	15	258	0.112
Techo	40	72	52	91	0.716
Paredes (4)	56	112	19	281	/

**Plano útil:**

Altura: 0.800 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

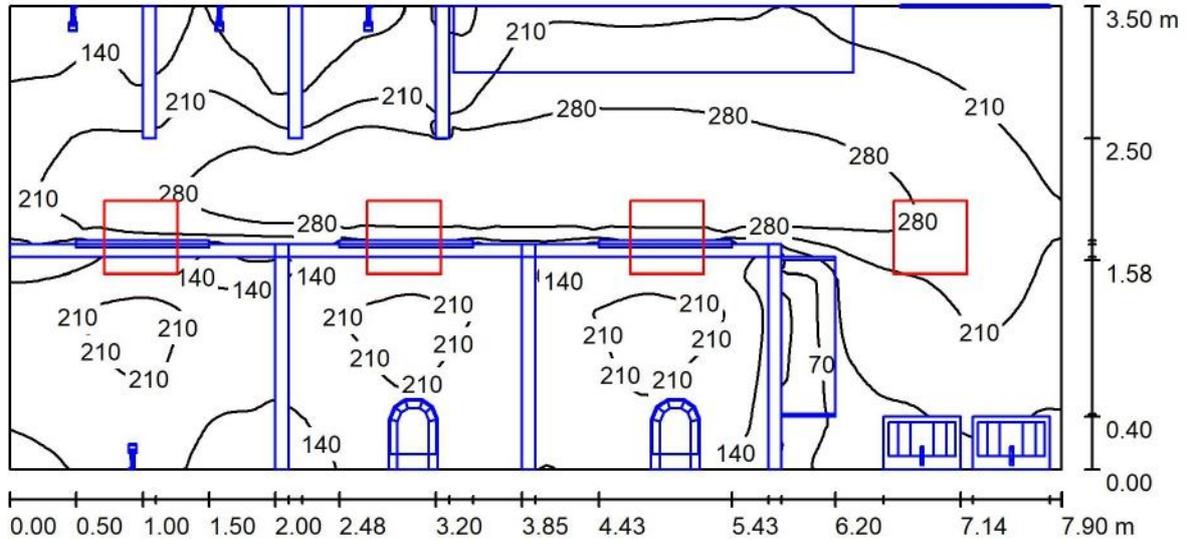
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS RC132V G5 PSU-MultiLumen W60L6 OC 29S/830 NO (Tipo 1)* (1.000)	3193	3200	15.0
			<b>Total: 12772</b>	<b>Total: 12800</b>	<b>60.0</b>

\*Especificaciones técnicas modificadas

Valor de eficiencia energética:  $2.17 \text{ W/m}^2 = 1.06 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $27.65 \text{ m}^2$ )



**Baño masculino / Resumen**



Altura del local: 3.500 m, Altura de montaje: 3.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:57

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	206	29	334	0.139
Suelo	39	138	15	260	0.110
Techo	40	72	52	88	0.719
Paredes (4)	56	112	15	332	/

**Plano útil:**

Altura: 0.800 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

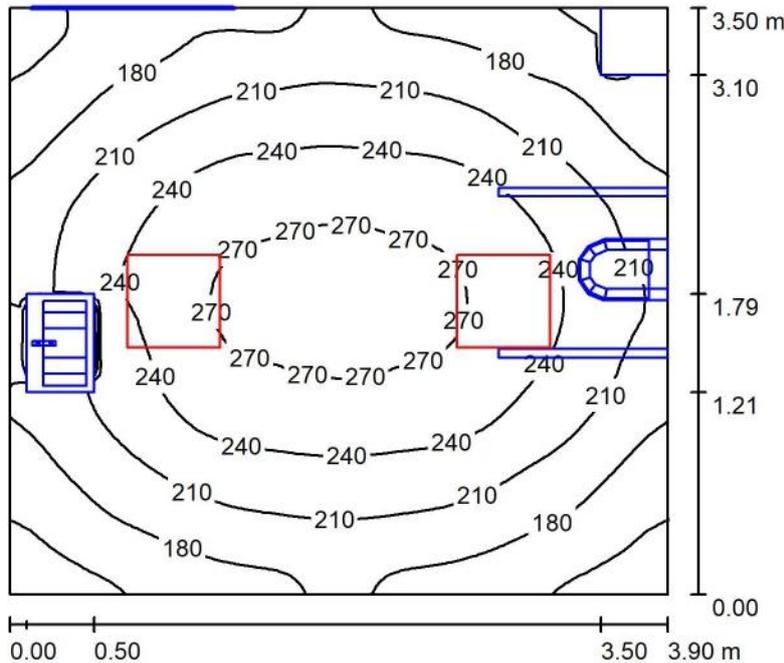
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS RC132V G5 PSU-MultiLumen W60L6 OC 29S/830 NO (Tipo 1)* (1.000)	3193	3200	15.0
			<b>Total: 12772</b>	<b>Total: 12800</b>	<b>60.0</b>

\*Especificaciones técnicas modificadas

Valor de eficiencia energética:  $2.17 \text{ W/m}^2 = 1.05 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $27.65 \text{ m}^2$ )



**Baño MR / Resumen**



Altura del local: 3.500 m, Altura de montaje: 3.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:45

Superficie	ρ [%]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>
Plano útil	/	215	135	281	0.631
Suelo	39	168	20	206	0.117
Techo	40	67	21	84	0.314
Paredes (4)	56	115	14	273	/

**Plano útil:**

Altura: 0.800 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

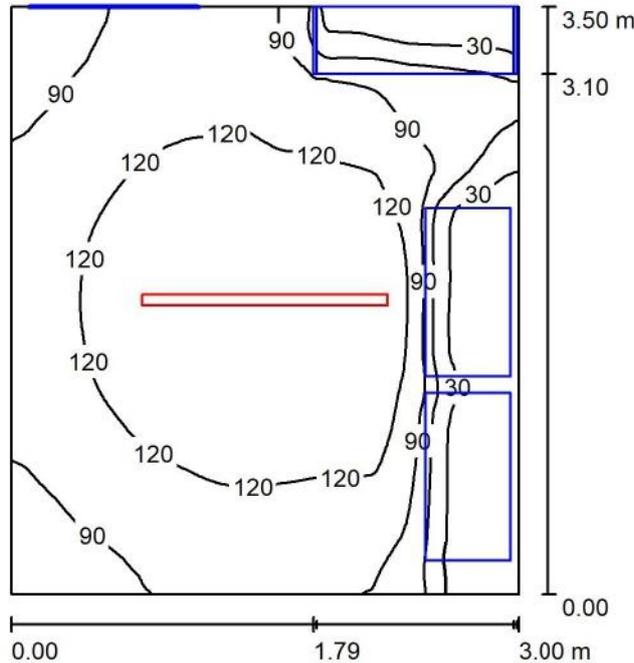
**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS RC132V G5 PSU-MultiLumen W60L6 OC 29S/830 NO (Tipo 1)* (1.000)	2993	3000	15.0
			Total: 5987	Total: 6000	30.0

\*Especificaciones técnicas modificadas

Valor de eficiencia energética: 2.20 W/m<sup>2</sup> = 1.02 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 13.65 m<sup>2</sup>)

**Almacén / Resumen**



Altura del local: 3.500 m, Altura de montaje: 3.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:45

Superficie	ρ [%]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>
Plano útil	/	98	13	151	0.131
Suelo	26	75	8.45	100	0.112
Techo	40	71	33	1980	0.462
Paredes (4)	50	70	6.43	173	/

**Plano útil:**

Altura: 0.800 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	Philips BN126C PSU L1500 LED35S/840 NO (Tipo 1)* (1.000)	3500	3500	15.0
*Especificaciones técnicas modificadas			Total: 3500	Total: 3500	15.0

Valor de eficiencia energética: 1.43 W/m<sup>2</sup> = 1.45 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 10.50 m<sup>2</sup>)



# **INSTALACIÓN ELÉCTRICA, CONTRA INCENDIOS Y DE VENTILACIÓN DE UN GIMNASIO**

---

**Trabajo de Fin de Grado**

## **ANEXO IV**

### **Instalación de iluminación de emergencia**

## ÍNDICE ANEXO IV. Instalación de iluminación de emergencia

2.4.1. Descripción. ....	105
2.4.2. Cálculos de iluminación. ....	107

### Índice de figuras.

Figura 4.1. Distribución luminarias.

### 2.4.1. Descripción.

Para la instalación de iluminación de emergencia del establecimiento se ha empleado el software “Daisalux”. Este programa ofrece una amplia gama de funcionalidades que permiten realizar una planificación precisa y detallada. En primer lugar, se emplea el software para crear un dibujo que representa la planta del local, brindando una representación gráfica fiel de su distribución espacial.

Una vez generado el dibujo de la planta, el siguiente paso es establecer las diferentes rutas de evacuación propuestas para el establecimiento. Estas rutas se trazan cuidadosamente, teniendo en cuenta los requisitos de seguridad y las normativas vigentes en materia de protección contra incendios. Además, se realiza una ubicación precisa del cuadro de luz, que desempeña un papel fundamental en el suministro de energía a las luces de emergencia.

Con toda esta información cuidadosamente dispuesta en el software, se puede proceder a seleccionar las luces de emergencia más adecuadas dentro del catálogo ofrecido por la aplicación. El software proporciona una amplia variedad de opciones de luminarias de emergencia, permitiendo elegir aquellas que mejor se ajusten a las necesidades específicas del establecimiento en términos de luminosidad, autonomía, eficiencia energética y diseño.

Para esta instalación se emplearán un total de 18 luminarias de emergencia de la casa comercial Daisalux, modelo HYDRA LD N3, con un flujo luminoso de 160 lm.

Las exigencias y regulaciones relacionadas con la iluminación de emergencia se encuentran detalladas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), específicamente en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-28. En el apartado 3 de esta instrucción técnica se establecen los requisitos mínimos exigidos para el alumbrado de seguridad.

El alumbrado de seguridad es el previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona y entrará en funcionamiento automáticamente cuando se produce un fallo del alumbrado general o cuando la tensión de este baje al menos del 70% de su valor nominal

Para el caso del alumbrado de evacuación, el cual es el previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de medios o rutas de evacuación, es imprescindible garantizar una iluminación mínima de 1 lux a lo largo de todo el camino de evacuación. Además, se requiere una iluminación de al menos 5 lux en puntos estratégicos, como el cuadro eléctrico y las ubicaciones donde se encuentren los equipos de protección contra incendios. Estas especificaciones son fundamentales para asegurar una adecuada visibilidad y orientación durante

una situación de emergencia, facilitando así la evacuación segura de los ocupantes del establecimiento.

Por otro lado, el alumbrado ambiente antipánico tiene como objetivo prevenir la aparición de pánico o ansiedad en situaciones de emergencia. Para cumplir con esta función, se establece una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux a una altura de 1 metro. Esta iluminación tenue pero suficiente contribuye a mantener la calma y la claridad mental de las personas presentes, favoreciendo una respuesta ordenada y segura ante una situación crítica.

En las páginas siguientes del informe se presentan los resultados obtenidos a través del software utilizado, donde se demuestra que la luminaria propuesta cumple con las exigencias y requisitos establecidos por la normativa. Esto proporciona una validación objetiva de que la solución de iluminación implementada se ajusta a los estándares de seguridad y calidad exigidos.

Además de los requisitos de iluminación, la ITC-BT-28 también establece la necesidad de contar con un suministro de socorro en locales de espectáculos y actividades recreativas para una ocupación prevista de 300 personas.

En este caso, la ocupación prevista siguiendo el apartado 1 del ITC-BT-28 se calcula como 1 persona por cada 0,8m<sup>2</sup> de superficie útil (sin contar pasillos, vestíbulos y servicios) al tratarse de un gimnasio. Por lo que será de  $120\text{m}^2/0.8\text{m}^2= 150$  personas. Por lo tanto, no será necesario contar con un suministro de socorro.

Para garantizar una fuente de energía de respaldo en situaciones de emergencia, las luminarias de emergencia cuentan con una batería capaz de alimentar la instalación de iluminación de emergencia por al menos una hora.

## 2.4.2. Cálculos de iluminación.

Siguiendo los datos que han sido obtenidos por el software “Daisalux” Se puede visualizar en la siguiente figura la representación gráfica de la iluminación que presentan las vías de evacuación dentro del gimnasio. Las zonas más claras presentan mayor iluminación:

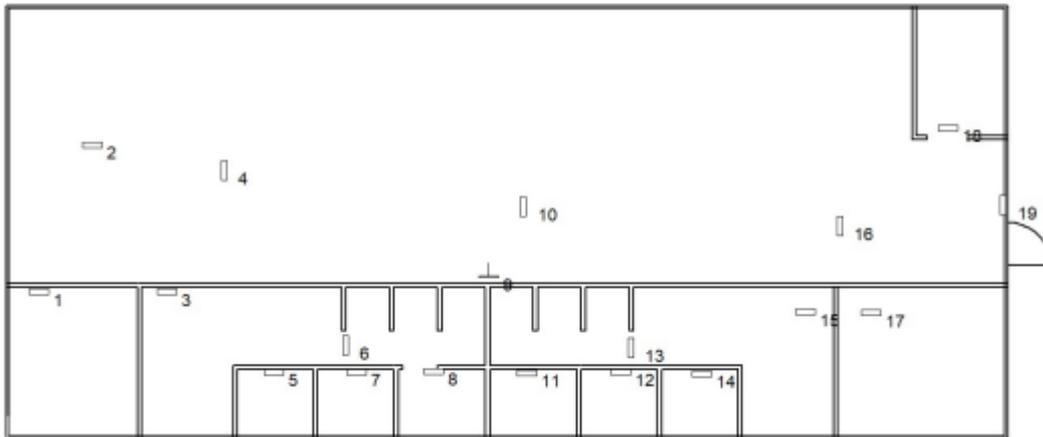


Figura 4.1. Distribución luminarias.

En el plano de instalación para garantizar la iluminación de emergencia en el gimnasio, se ha determinado la colocación de un total de 18 luminarias de emergencia en el gimnasio.

Se ha tomado la decisión de colocar una luminaria de emergencia en la parte superior de cada puerta de las diferentes salas del gimnasio. Estas luminarias tienen la importante tarea de señalar de manera clara la salida que conduce a las vías de evacuación. Es relevante destacar que, debido al tamaño reducido de estas salas, no es necesario añadir salidas de evacuación adicionales. La disposición de las luminarias en las puertas de estas salas ofrece una guía visual para las personas presentes en caso de una situación de emergencia.

En la figura adjunta se puede observar una representación gráfica donde se visualizan las luminarias presentes en las vías de evacuación. Estas luminarias están representadas mediante rectángulos blancos, lo que permite tener una comprensión visual clara de su ubicación estratégica y distribución en el espacio del gimnasio.

Proyecto : TFG

# Proyecto de iluminación de emergencia

**Proyecto:**

TFG

**Proyectista:**

Santiago Fariás Peña

**Empresa proyectista:**

ULL

## Catálogo DAISALUX

No es correcto utilizar este programa para efectuar informes con referencias que no estén introducidas en los catálogos Daisalux. En ningún caso se pueden extrapolar resultados a otras referencias de otros fabricantes por similitud en lúmenes declarados. Los mismos lúmenes emitidos por luminarias de distinto tipo pueden producir resultados de iluminación absolutamente distintos. La validez de los datos se basa de forma fundamental en los datos técnicos asociados a cada referencia: los lúmenes emitidos y la distribución de la emisión de cada tipo de aparato.

### **Catálogo Daisalux utilizado:**

## Objetivos lumínicos

Siguiendo las normativas referentes a la instalación de emergencia (entre ellas el Código Técnico de la Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos. De esta forma, el programa DAISA efectúa un cálculo de mínimos. Asegura que el nivel de iluminación recibido sobre el suelo es siempre, igual o superior al calculado.

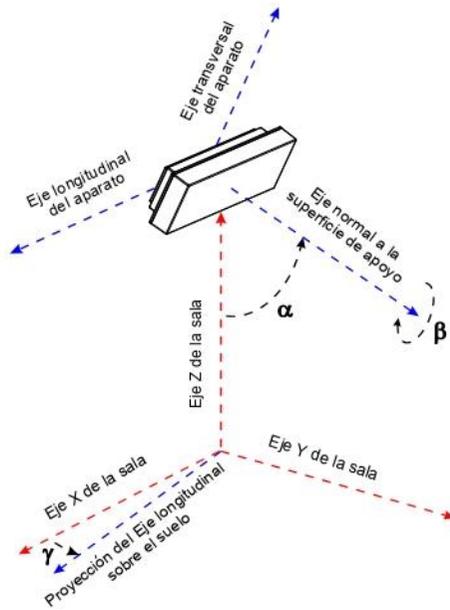
### **Cálculos realizados según norma \*:** CTE

**Puntos de seguridad:** Cálculo realizado en el Punto de Seguridad o Cuadro Eléctrico a su altura de utilización (h). La iluminancia puede ser horizontal o vertical según exija norma. En el caso vertical, se necesita especificar el ángulo gamma de orientación de la superficie en el plano.

**Nota:** DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

(\*) Es posible que algún plano tenga sus objetivos lumínicos diferentes a los del proyecto.

## Definición de ejes y ángulos



- $\gamma$  : Ángulo que forman la proyección del eje longitudinal del aparato sobre el plano del suelo y el eje X del plano (Positivo en sentido contrario a las agujas del reloj cuando miramos desde el techo). El valor 0 del ángulo es cuando el eje longitudinal de la luminaria es paralelo al eje X de la sala.
- $\alpha$  : Ángulo que forma el eje normal a la superficie de fijación del aparato con el eje Z de la sala. (Un valor 90 es colocación en pared y 0 colocación en techo).
- $\beta$  : Autogiro del aparato sobre el eje normal a su superficie de amarre.

Proyecto : TFG

Plano : PLANTA BAJA

## PLANTA BAJA

<b>Plano de situación de luminarias</b>	<b>1</b>
<b>Situación de luminarias</b>	<b>2</b>
<b>Iluminación antipánico</b>	<b>3</b>
<b>Recorridos de evacuación</b>	<b>4</b>
<b>Puntos de seguridad y cuadros eléctricos</b>	<b>5</b>
<b>Lista de productos</b>	<b>6</b>

Factor de mantenimiento: 1.000

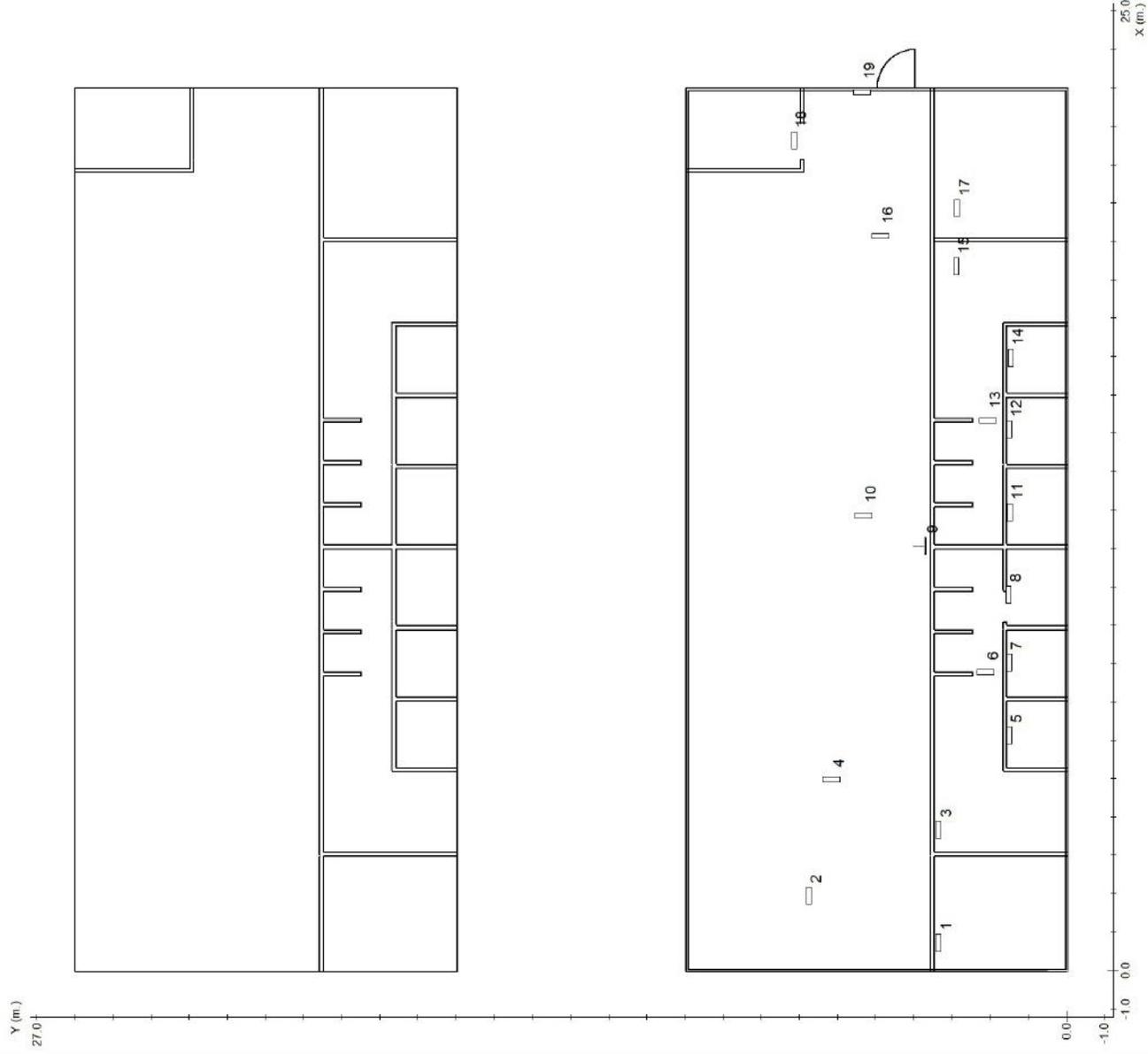
Resolución del cálculo: 0.20 m.

Proyecto : TFG

Plano : PLANTA BAJA

# Plano de situación de luminarias

# 1



Proyecto : TFG

Plano : PLANTA BAJA

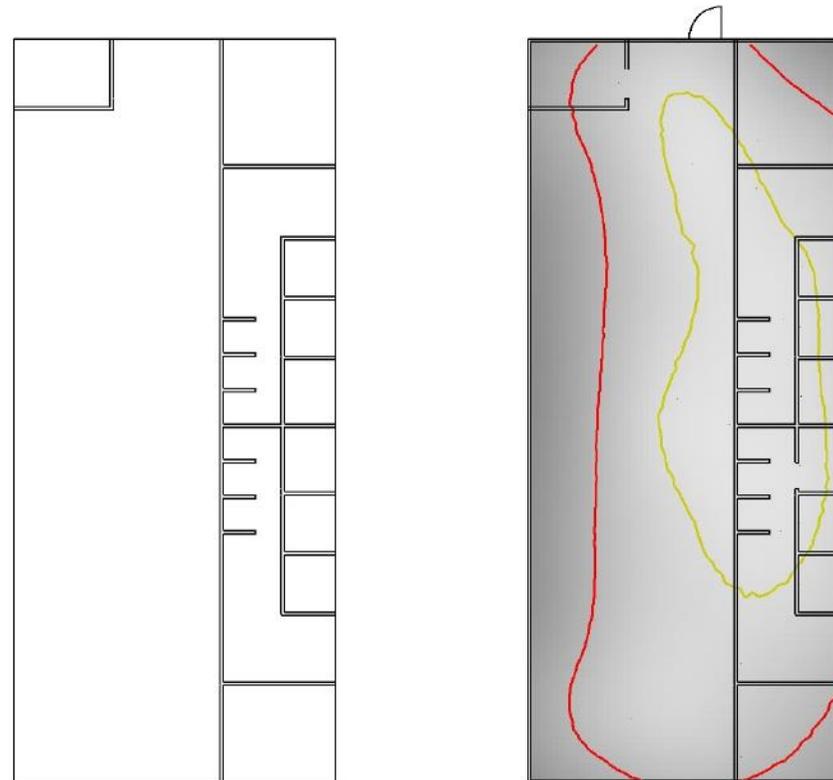
Nº	Referencia	Coordenadas					
		m.		°			
		x	y	h	$\gamma$	$\alpha$	$\beta$
1	HYDRA LD N3	0.72	3.35	3.50	0	0	0
2	HYDRA LD N3	1.94	6.75	3.50	0	0	0
3	HYDRA LD N3	3.66	3.35	3.50	0	0	0
4	HYDRA LD N3	4.97	6.17	3.50	-90	0	0
5	HYDRA LD N3	6.12	1.50	3.50	0	0	0
6	HYDRA LD N3	7.77	2.11	3.50	-90	0	0
7	HYDRA LD N3	8.02	1.50	3.50	0	0	0
8	HYDRA LD N3	9.79	1.51	3.50	0	0	0
9	HYDRA LD N3	11.07	3.70	3.50	0	90	0
10	HYDRA LD N3	11.86	5.33	3.50	-90	0	0
11	HYDRA LD N3	11.95	1.48	3.50	0	0	0
12	HYDRA LD N3	14.10	1.50	3.50	0	0	0
13	HYDRA LD N3	14.33	2.05	3.50	-90	0	0
14	HYDRA LD N3	15.96	1.46	3.50	0	0	0
15	HYDRA LD N3	18.35	2.88	3.50	0	0	0
16	HYDRA LD N3	19.14	4.87	3.50	-90	0	0
17	HYDRA LD N3	19.86	2.86	3.50	0	0	0
18	HYDRA LD N3	21.63	7.14	3.50	0	0	0

Nº	Referencia	Coordenadas					
		m.		°			
		x	y	h	$\gamma$	$\alpha$	$\beta$
19	HYDRA LD N3	22.89	5.36	3.50	-90	0	0

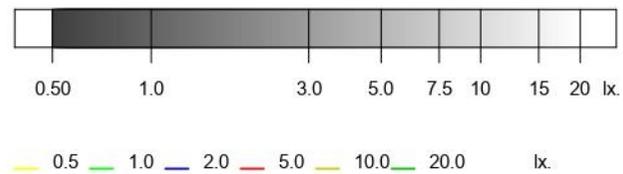
Proyecto : TFG

Plano : PLANTA BAJA

Tramas e isolux a 0.00 m.



Leyenda:

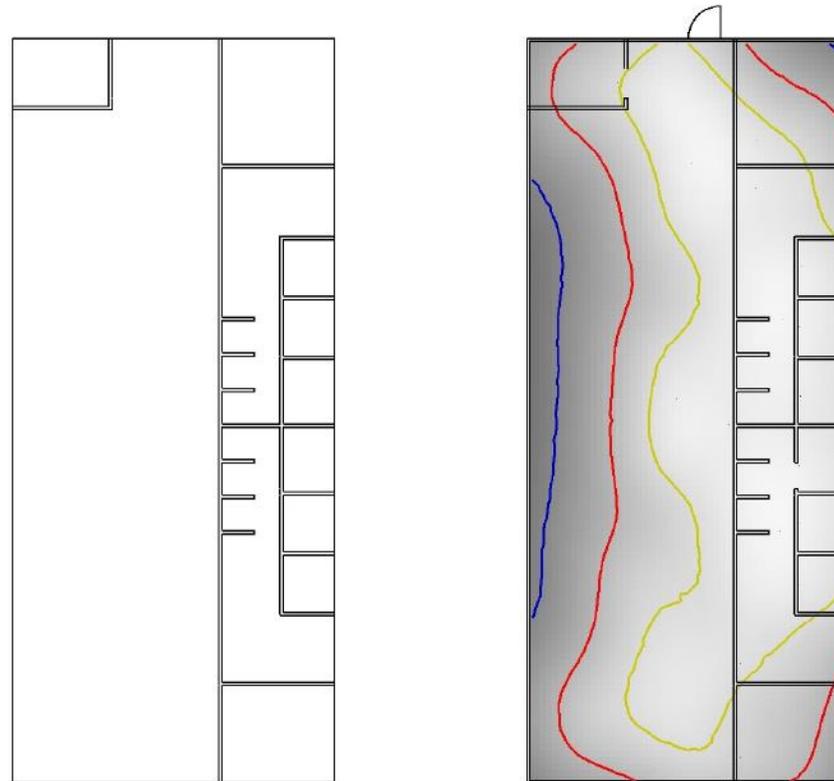


	Objetivos	Resultados
Uniformidad:	40.00 mx/mn.	5.26 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	100.0 % de 225.4 m <sup>2</sup>
Iluminación media:	---	7.57 lx

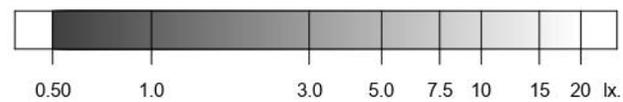
Proyecto : TFG

Plano : PLANTA BAJA

Tramas e isolux a 1.00 m.

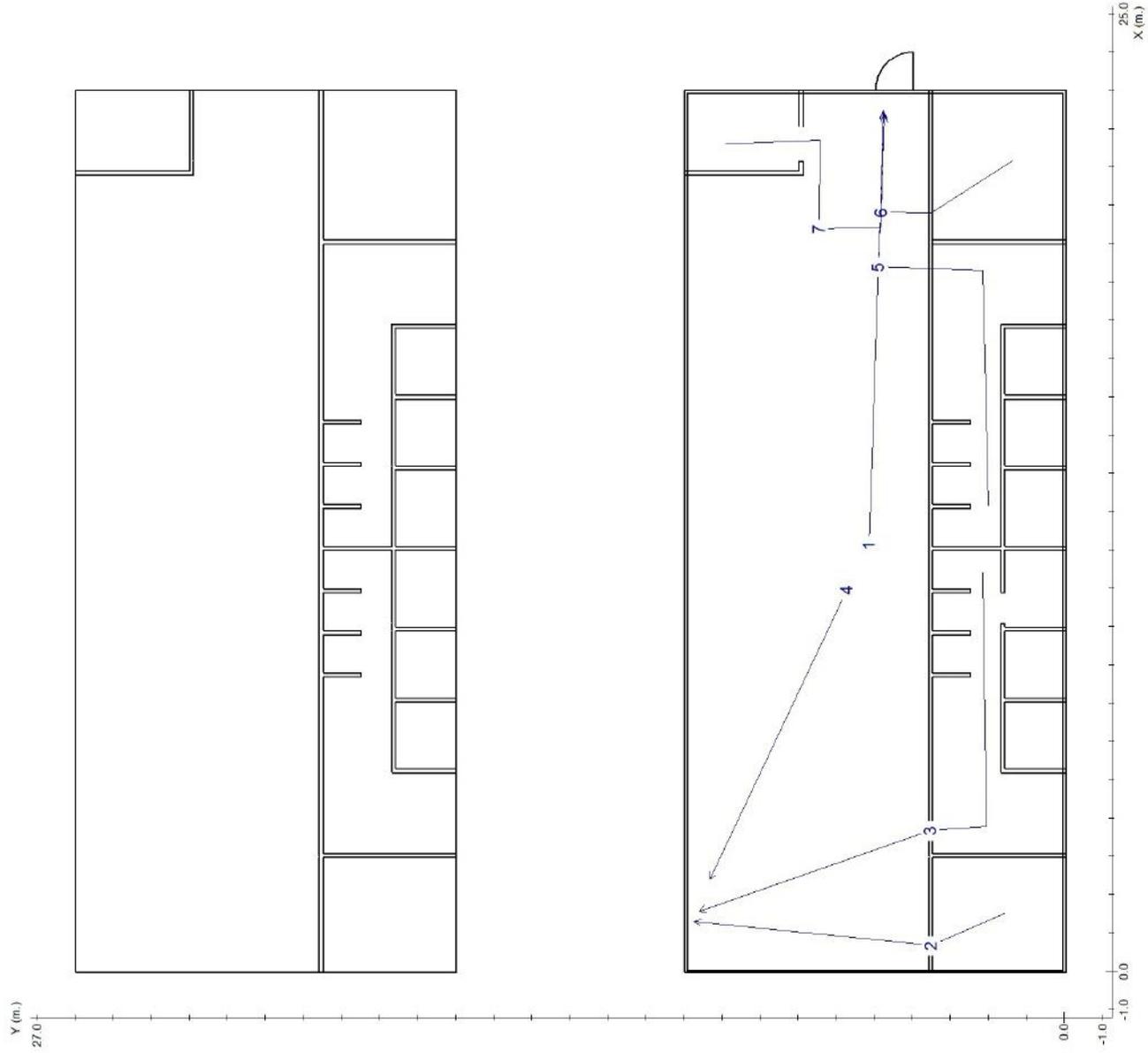


Leyenda:



0.5 1.0 2.0 5.0 10.0 20.0 lx.

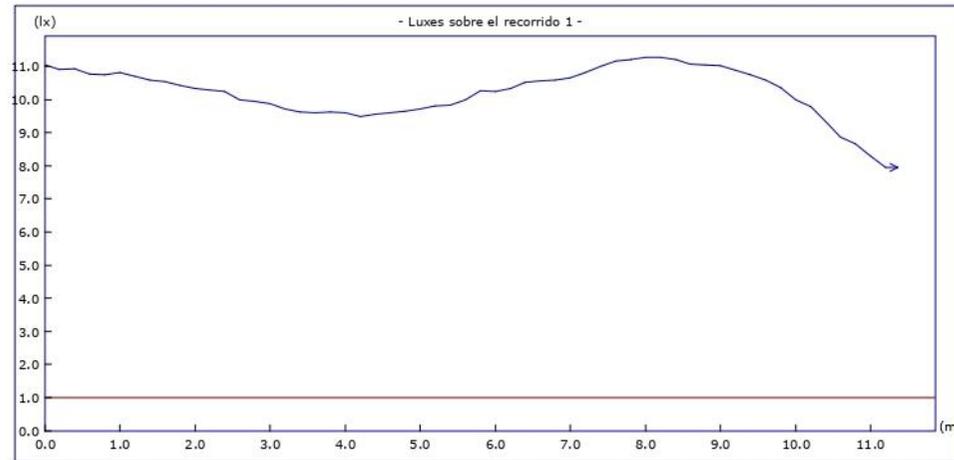
	Objetivos	Resultados
Uniformidad:	40.00 mx/mn.	11.62 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	100.0 % de 225.4 m <sup>2</sup>
Iluminación media:	---	8.84 lx



Proyecto : TFG

Plano : PLANTA BAJA

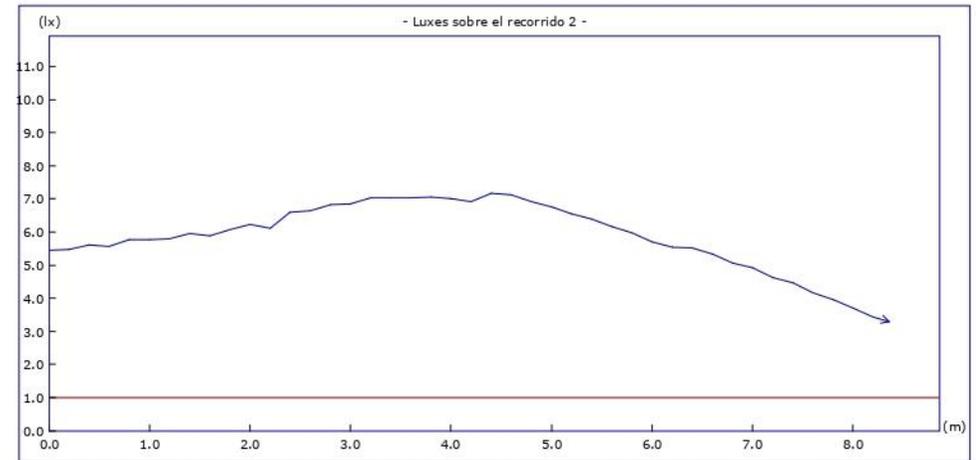
Recorrido 1



	Objetivos	Resultados
Uniform. en recorrido:	40.00 mx/mn	1.42 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	7.96 lx.
lx. máximos:	---	11.28 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Altura del plano de medida: 0.00 m.

Recorrido 2



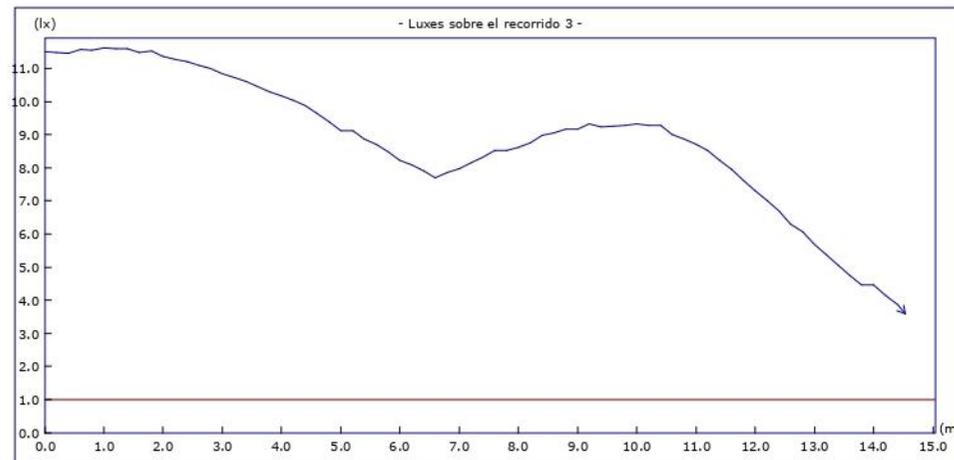
	Objetivos	Resultados
Uniform. en recorrido:	40.00 mx/mn	2.17 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	3.30 lx.
lx. máximos:	---	7.17 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Altura del plano de medida: 0.00 m.

Proyecto : TFG

Plano : PLANTA BAJA

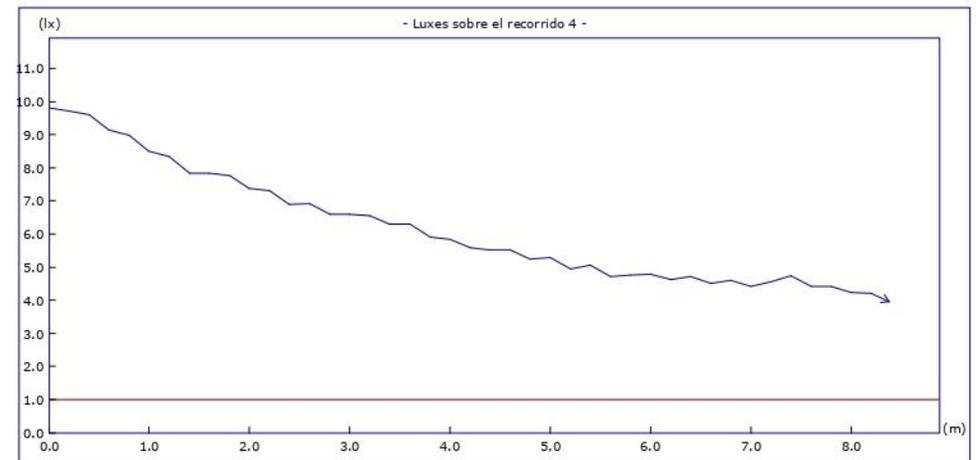
Recorrido 3



	Objetivos	Resultados
Uniform. en recorrido:	40.00 mx/mn	3.23 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	3.60 lx.
lx. máximos:	---	11.62 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Altura del plano de medida: 0.00 m.

Recorrido 4



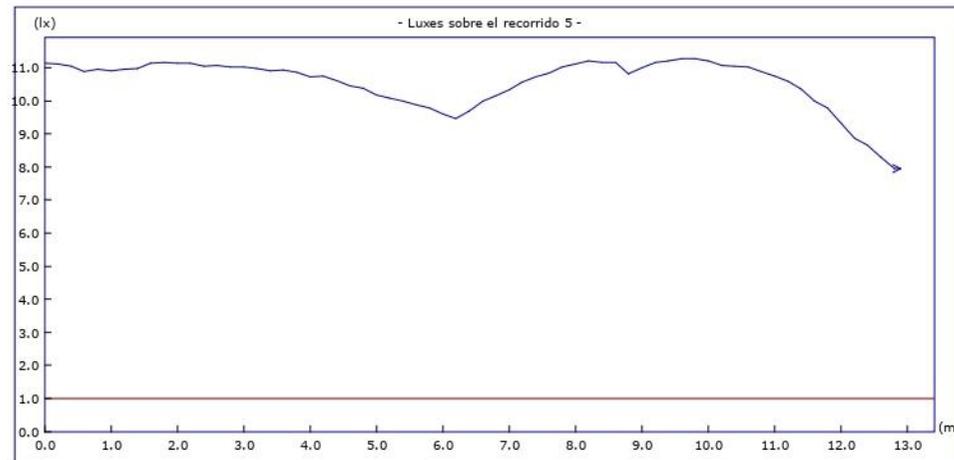
	Objetivos	Resultados
Uniform. en recorrido:	40.00 mx/mn	2.47 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	3.96 lx.
lx. máximos:	---	9.80 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Altura del plano de medida: 0.00 m.

Proyecto : TFG

Plano : PLANTA BAJA

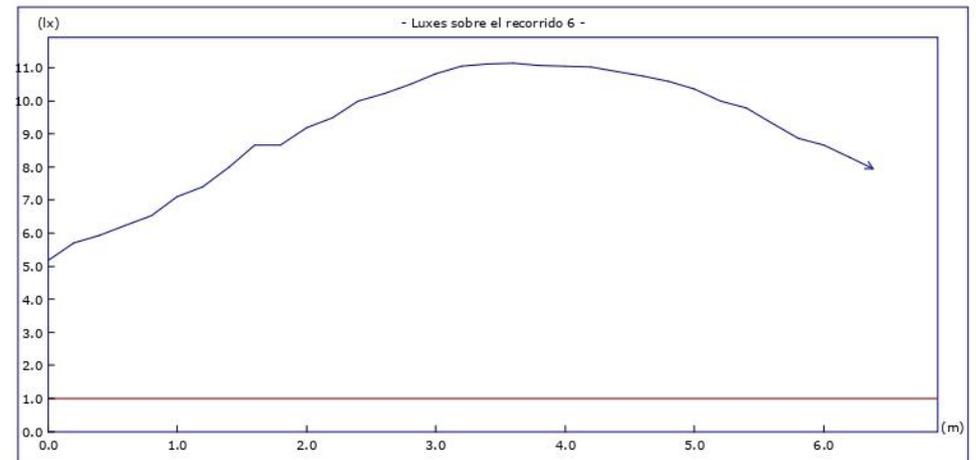
Recorrido 5



	Objetivos	Resultados
Uniform. en recorrido:	40.00 mx/mn	1.42 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	7.96 lx.
lx. máximos:	---	11.28 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Altura del plano de medida: 0.00 m.

Recorrido 6



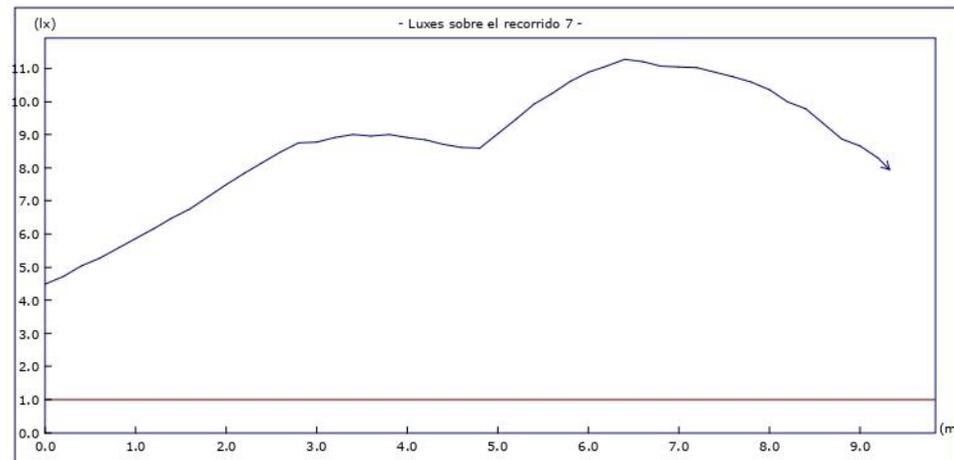
	Objetivos	Resultados
Uniform. en recorrido:	40.00 mx/mn	2.16 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	5.17 lx.
lx. máximos:	---	11.15 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Altura del plano de medida: 0.00 m.

Proyecto : TFG

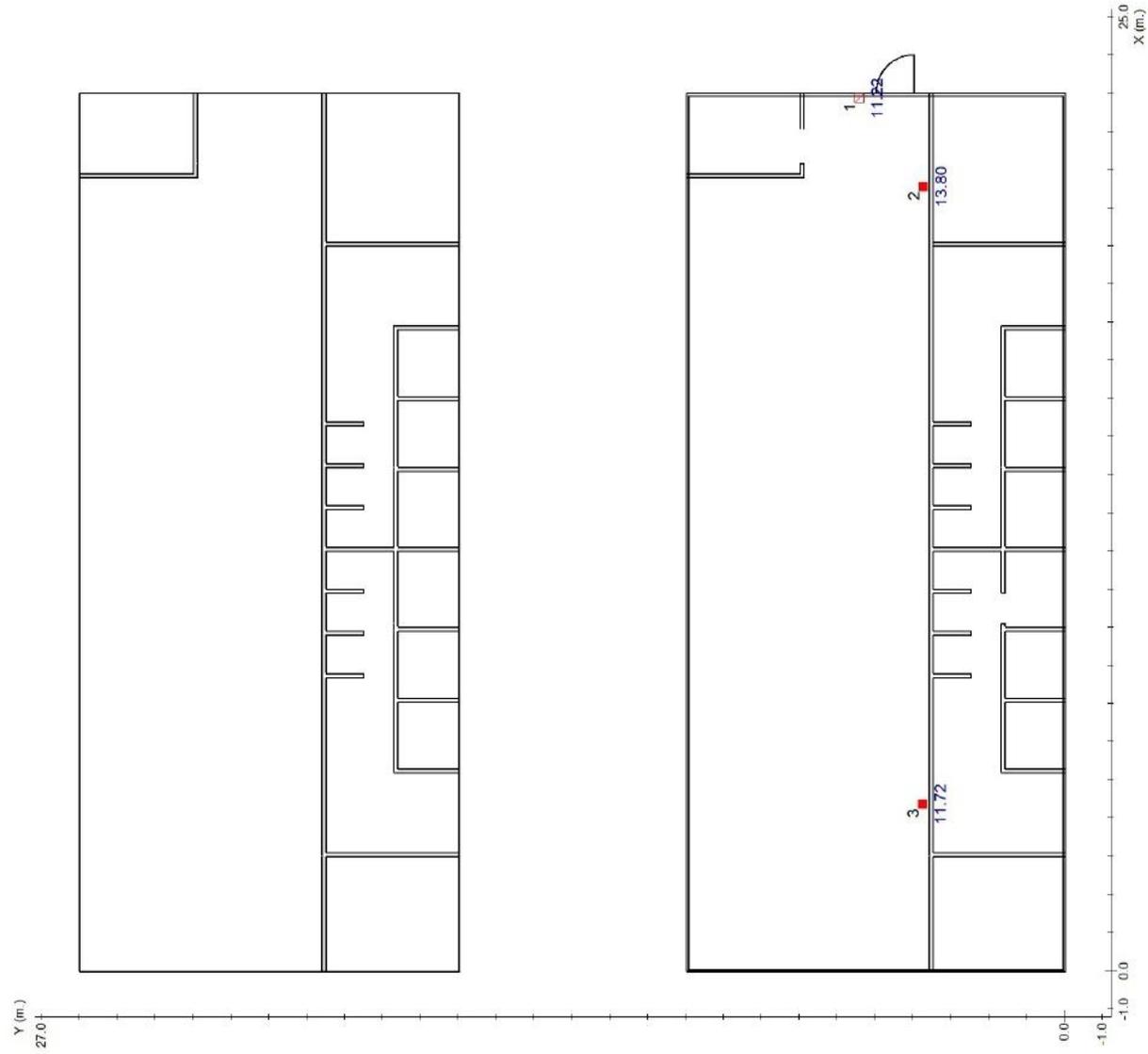
Plano : PLANTA BAJA

Recorrido 7



	Objetivos	Resultados
Uniform. en recorrido:	40.00 mx/mn	2.51 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	4.49 lx.
lx. máximos:	---	11.27 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Altura del plano de medida: 0.00 m.



■ Punto de Seguridad    □ Cuadro Eléctrico

Proyecto : TFG

Plano : PLANTA BAJA

Nº	Coordenadas				Objetivo	Resultado
	x	y	h	γ		
1	22.87	5.41	1.20	-	5.00	11.22 (H)
2	20.56	3.70	1.20	-	5.00	13.80 (H)
3	4.37	3.73	1.20	-	5.00	11.72 (H)

---

	página nº
Catálogo DAISALUX	1
Objetivos lumínicos	1
Definición de ejes y ángulos	2
Plano PLANTA BAJA	
Plano de situación de luminarias	4
Situación de luminarias	5
Iluminación antipánico	6
Iluminación en recorridos de evacuación	8
Iluminación en puntos de seguridad y cuadros eléctricos	13
Lista de productos usados en el plano	15



# **INSTALACIÓN ELÉCTRICA, CONTRA INCENDIOS Y DE VENTILACIÓN DE UN GIMNASIO**

---

**Trabajo de Fin de Grado**

## **ANEXO V**

### **Instalación de baja tensión**

## ÍNDICE ANEXO V. Instalación de baja tensión

2.4.1. Potencia de la instalación y circuitos.....	127
2.4.2. Cálculos justificativos.....	132
2.4.2.1. Cálculo de intensidad.....	132
2.4.2.2. Cálculo de la caída de tensión.....	132
2.4.2.3. Cálculo de las protecciones.....	134
2.4.3. Dimensionado de la instalación.....	135
2.4.3.1. Derivación individual.....	135
2.4.3.3. Caída de tensión.....	138

### Índice de figuras.

Figura 5.1. Esquema de caída de tensión para único usuario.

### Índice de tablas.

Tabla 5.1. Consumo circuito C1

Tabla 5.2. Consumo circuito C2.1

Tabla 5.3. Consumo circuito C2.2

Tabla 5.4. Consumo circuito C2.3

Tabla 5.5. Consumo circuito C4

Tabla 5.6. Consumo circuito C5

Tabla 5.7. Características eléctricas de los circuitos.

Tabla 5.8. Límites de caídas de tensiones reglamentarias.

Tabla 5.9. Intensidad admisible para cables no enterrados.

Tabla 5.10. Protecciones contra cortocircuitos.

Tabla 5.11. Caída de tensión.

### 2.4.1. Potencia de la instalación y circuitos.

Para llevar a cabo la previsión de la instalación, se realizará una estimación precisa de la potencia requerida. Para lograrlo, se considerarán diversos aspectos que influyen en el consumo energético de la instalación. Se evalúa la potencia necesaria para los sistemas de ventilación estudiados, la potencia requerida para la iluminación, además, se considerará los electrodomésticos presentes en la instalación, tales como máquinas expendedoras, refrigeradores y otros dispositivos eléctricos utilizados para brindar comodidades a los usuarios.

Para estimar la potencia de las máquinas de ejercicio, se ha realizado un análisis detallado visitando gimnasios de tamaño similar, tomando en cuenta la variedad de máquinas utilizadas y calculando la potencia requerida para su correcto funcionamiento.

Se obtendrá una previsión precisa de la potencia necesaria para la instalación, asegurando así que la infraestructura eléctrica esté dimensionada adecuadamente para satisfacer las demandas energéticas de manera eficiente y segura.

En las siguientes tablas se ha puesto la estimación de potencia que presentará el gimnasio:

Para realizar el cálculo del consumo, se hará uso de la normativa ITC-BT-25 del reglamento electrotécnico de baja tensión. En esta normativa se especifica el número de circuitos y sus características correspondientes para instalaciones interiores. A continuación, se procederá a establecer el consumo por circuito previsto:

C1: Circuito de distribución interna, destinado a alimentar los puntos de iluminación.

Zona	Cantidad	Consumo (W)	Consumo total (W)
Oficina	2	12	24
Sala general	20	15	300

Baño femenino	4	15	60
Baño masculino	4	15	60
Baño MR	2	15	30
Almacén	1	15	15
Extractores	2	28	56
Total (W)	545		

Tabla 5.1. Consumo circuito C1.

C2: Circuito de distribución interna, destinado a tomas de corriente de uso general y frigorífico.

Se harán tres circuitos:

C2.1: Circuito destinado a neveras y electrodomésticos.

Uso	Cantidad	Consumo (W)	Consumo total (W)
Nevera oficina	1	300	300
Nevera expositora	1	100	300
Microondas	1	800	800
Cafetera	1	800	800

Batidora	1	500	500
Ordenador	1	200	200
Torno automático	1	100	100
Total (W)	3000		

Tabla 5.2. Consumo circuito C2.1.

C2.2: Circuito destinado a máquinas de gimnasio, máquinas expendedoras, altavoces y televisión.

Uso	Cantidad	Consumo (W)	Consumo total (W)
Cinta de correr	2	300	600
Altavoces	9	100	900
Televisión	1	100	100
Wifi	1	10	10
Máquina expendedora	1	150	150
Máquina cafetera	1	500	500
Total (W)	2260		

Tabla 5.3. Consumo circuito C2.2.

C2.3: Circuito destinado a ventiladores de impulsión de aire.

Uso	Cantidad	Consumo (W)	Consumo total (W)
Ventilador centrífugo	2	373	746

Tabla 5.4. Consumo circuito C2.3.

C4: Circuito de distribución interna destinado al termo eléctrico.

Uso	Consumo (W)
Termo eléctrico	3000

Tabla 5.5. Consumo circuito C4.

C5: Circuito de distribución interna, destinado a alimentar tomas de corriente de los cuartos de baño.

Uso	Cantidad	Consumo (W)	Total consumo (W)
Secador de pelo	2	1200	2400
Secador de manos	3	1500	4500
Total (W)		6900	

Tabla 5.6. Consumo circuito C5.

Haciendo uso de la normativa ITC-BT-25 del REBT. A partir de los datos previamente obtenidos sobre el consumo por circuito en el gimnasio, se procede a determinar los puntos de uso específicos para cada circuito, así como la sección de los conductores y el diámetro de los conductos que los alojarán. Esta

información se obtiene consultando la "Tabla 1" de la normativa, que proporciona los parámetros necesarios para el dimensionamiento de los conductores en función de la carga estimada en cada circuito. A su vez, se utiliza la "Tabla 2" como guía para establecer los puntos de utilización correspondientes a cada circuito.

Los puntos de utilización engloban los distintos dispositivos y equipos eléctricos presentes en el gimnasio, como tomas de corriente, iluminación, electrodomésticos, entre otros. Al considerar estos factores y seguir las directrices de la normativa, se garantiza una correcta distribución de la carga eléctrica y se asegura el cumplimiento de las normas de seguridad y eficiencia energética en la instalación.

Mostramos los resultados en la siguiente tabla:

Circuito de utilización	Potencia Prevista (W)	F <sub>s</sub>	F <sub>u</sub>	Tipo de Toma	Interruptor (A)	Puntos de utilización	Conductor – Sección mínima (mm <sup>2</sup> )	Conductor - diámetro (mm)
C1 (Alumbrado)	545	0.75	0.5	Punto luz	10	13	1,5	16
C2.1 (Fuerza)	3000	0.2	0.25	Base 16A	16	8	2,5	20
C2.2 (Fuerza)	2260	0.2	0.25	Base 16A	16	13	2,5	20
C2.3 (Fuerza)	746	1	0.8	Base 16A	16	2	2,5	20
C4 (Termo Eléctrico)	3000	0.66	0.75	Base 16A	20	1	4	20
C5 (Baño)	6900	0.4	0.5	Base 16A	16	5	2,5	20

Tabla 5.7. Características eléctricas de los circuitos.

Se concluye, por tanto, que el consumo habitual del gimnasio será de 6947 W, por lo que con la potencia contratada debería cubrir el consumo total del gimnasio.

La carga máxima depende del grado de utilización que se desea alcanzar. Se establecerá que el grado de electrificación del gimnasio es elevado ( $P \geq 9200W$  a 230V). Por lo que se realizarán los cálculos de la instalación de enlace previendo una potencia mínima de 9200W.

## 2.4.2. Cálculos justificativos.

### 2.4.2.1. Cálculo de intensidad.

La intensidad que recorre cada uno de los conductores viene dado por la siguiente expresión:

$$I = \frac{P}{V \times \cos\theta} (A)$$

Donde:

P: Potencia de la línea.

V: Tensión de la línea (230 V).

$\cos\theta$ : Factor de potencia de la instalación (1).

### 2.4.2.2. Cálculo de la caída de tensión.

En circuitos interiores de la instalación, la caída de tensión no superará un porcentaje del 3% de la tensión nominal para circuitos de alumbrado y del 5% para el resto de circuitos.

Siendo admisible la compensación de caída de tensión junto con las correspondientes derivaciones individuales, de manera que conjuntamente no se supere un porcentaje del 4,5% de la tensión nominal para los circuitos de alumbrado y del 6,5% para el resto de circuitos.

Se realizará el cálculo de cada uno de ellos para comprobar si el dimensionado es correcto.

$$e(\%) = \frac{2 \times L \times P}{\gamma \times S \times V^2}$$

Donde:

L: Longitud más desfavorable de la línea.

P: Potencia de la línea.

$\gamma$ : Conductividad del cable.

S: Sección del cable.

V: Tensión de la línea (230 V).

La conductividad del cobre a 20° es de 58m/Ω\*mm2, puesto que la temperatura de operación de los cables será de 70°C, la conductividad resultante será la siguiente:

$$\gamma = 1,02 \times \frac{1}{\frac{1}{58} \times (1 + 0,00393 \times (70 - 20))} = 49,44421 \frac{m}{\Omega \times mm^2}$$

De acuerdo con la información proporcionada en el "Anexo 2" de la Guía del Reglamento Básico de Baja Tensión, se establecen los límites reglamentarios para las caídas de tensión, los cuales se detallan en las normativas ITC-BT-14, ITC-BT-15 e ITC-BT-19, son los que se muestran en la tabla a continuación:

Parte de la instalación	Para alimentar a	Caída de tensión máxima en % de la tensión de suministro
LGA (Línea General de Alimentación)	Suministros de un Único usuario	No existe LGA
DI (Derivación Individual)	Suministros de un Único usuario	1,50%
Circuitos Interiores	Circuitos interiores en viviendas	3%

Tabla 5.8. Límites de caídas de tensiones reglamentarias.

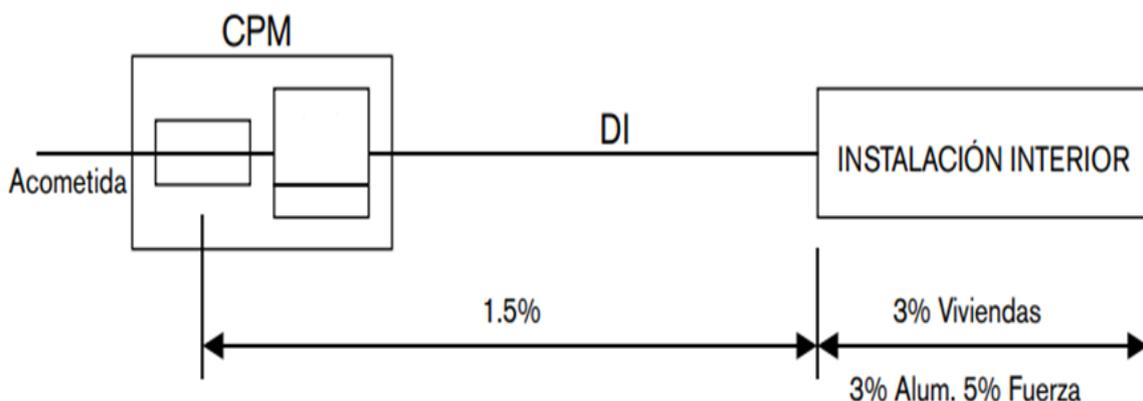


Figura 5.1. Esquema de caída de tensión para único usuario.

### 2.4.2.3. Cálculo de las protecciones.

Para determinar las protecciones adecuadas que deben ser instaladas en el montaje eléctrico, es fundamental conocer la corriente de cortocircuito correspondiente. La obtención de esta información se basa en las pautas establecidas en el "Anexo 3" del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), se obtiene con la siguiente ecuación:

$$I_{cc} = \frac{0,8 \times V}{R_{cc}} \text{ (A)}$$

Donde:

I<sub>cc</sub>: Intensidad de cortocircuito.

V: Tensión de alimentación.

R<sub>cc</sub>: Resistencia del conductor.

#### 2.1.2.3.1. Protección contra sobrecargas.

Las características de funcionamiento del dispositivo que protege contra sobrecargas deben satisfacer el siguiente requisito:

$$I_b < I_n < I_z$$

Donde:

I<sub>b</sub>: Intensidad para la que se ha diseñado el circuito según la previsión de cargas.

I<sub>n</sub>: Intensidad asignada al dispositivo de protección.

I<sub>z</sub>: Intensidad admisible del cable (ITC-BT-19).

#### 2.1.2.3.2. Protección contra cortocircuitos.

Las características de funcionamiento de la línea de protección contra cortocircuito deben cumplir el siguiente requisito:

$$P_{dc} > I_{cc}$$

Donde:

P<sub>dc</sub>: Poder de corte de los elementos de protección.

## 2.4.3. Dimensionado de la instalación.

### 2.4.3.1. Derivación individual.

Como anteriormente se ha comentado en el apartado 1, la potencia que consumirá la potencia estará en torno a 6900W, pero se realizará el dimensionado con una potencia de electrificación elevada de 9200 W. Por tanto, la intensidad del conductor será:

$$I = \frac{P}{V \times \cos\theta} = \frac{9200}{230 \times 1} = 40A$$

La acometida del gimnasio es subterránea por lo que la derivación individual de la misma será un cable bajo tubo en el interior de un conducto de fábrica: método de instalación B2 (Tabla 52-1B; UNE 20.460-5-523:2004 de la ITC-BT-19). Tipo de aislamiento y número de conductores cargados:

Intensidades máximas admisibles (A) en instalaciones interiores, conductores de  **cobre**, temperatura ambiente 40 °C  
Norma UNE 20 460-5-523:2004

		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
Conductores aislados en tubos empotrados en paredes térmicamente aislantes. Método A1.													
Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes térmicamente aislantes. Método A2.	PVC3	PVC2			XLPE3	XLPE2							
Conductores aislados en tubos (incluyendo canaletas y conductos de sección circular) en montaje superficial o empotrados en obra. Método B1.					PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2			
Cables multiconductores en tubos (incluyendo canaletas y conductos de sección circular) en montaje superficial o empotrados en obra. Método B2.			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
Cables multiconductores directamente sobre la pared o en bandeja no perforada. Método C.					PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2			
Cables multiconductores al aire libre o en bandeja perforada. Distancia a la pared no inferior a 0,3 D (diámetro del cable). Método E.						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
Cables unipolares en contacto mutuo o en bandeja perforada. Distancia a la pared no inferior a D. Método F.							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
<b>Conductor</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>												
Cobre	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	
	4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	
	6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	
	10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	
	16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	
	25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
	35		77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
	50		94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
	70				149	160	171	185	199	214	224	244	269
	95				180	194	207	224	241	259	271	296	327
	120				208	225	240	260	280	301	314	348	380
	150				236	260	278	299	322	343	363	404	438
185				268	297	317	341	368	391	415	464	500	
240				315	350	374	401	435	468	490	552	590	

Tabla 5.9. Intensidad admisible para cables no enterrados.

ladm>lcond

52A>40A

Como se indica previamente, la pérdida de tensión para la derivación individual se debe encontrar por debajo del 1,5%.

$$e(\%) = \frac{2 \times L \times P}{\gamma \times S \times V^2} = \frac{2 \times 10 \times 9200}{49,444 \times 10 \times 230^2} = 1,27\% < 1,5\%$$

Por lo tanto, para proteger la línea contra sobrecargas se instalará un fusible NH-00 de 50 A  
40A<50 A<52A

### 2.4.3.2. Protección contra cortocircuitos.

Con la finalidad de proteger el circuito, se instalarán magnetotérmicos con un poder de corte de 6kA y una intensidad nominal de funcionamiento particular para cada uno de los circuitos, el cálculo de la intensidad de corte de cada circuito se realizará por medio de la siguiente expresión nombrada en el apartado 2:

$$I_{cc} = \frac{0,8 \times V}{R_{cc}} (A)$$

Donde:  $R_{cc} = R_{DI} + R_{LGA}$

Como no hay Línea General de Alimentación,  $R_{cc} = R_{DI} = \gamma L/S(\Omega)$

Circuito de utilización	Tensión (V)	$\gamma$	L	S	R	I <sub>cc</sub>	P <sub>dc</sub> > I <sub>cc</sub>
C1(Alumbrado)	230	49,444	27	1,5	889,99 2	0,207	si
C2.1 (Fuerza)	230	49,444	5	2,5	98,888	1,861	si
C2.2 (Fuerza)	230	49,444	23	2,5	454,88 48	0,404	si
C2.3 (Fuerza)	230	49,444	4	2,5	415,32 96	0,443	si
C4 (Termo Eléctrico)	230	49,444	21	6	173,05 4	1,063	si
C5 (Baño)	230	49,444	21	4	259,58 1	0,709	si

Tabla 5.10. Protecciones contra cortocircuitos.

### 2.4.3.3. Caída de tensión.

La caída de tensión en circuitos interiores no superará un porcentaje del 3% de la tensión nominal para circuitos de alumbrado y del 5% para el resto de circuitos como se mostró anteriormente, por lo que se realizará el cálculo de cada uno de ellos para comprobar si el dimensionado es correcto.

$$e(\%) = \frac{2 \times L \times P}{\gamma \times S \times V^2}$$

Circuito de utilización	L	P (W)	$\gamma$	S	Tensión (V)	e%	¿Cumple?
C1 (Alumbrado)	27	545	49,444	1,5	230	0,008	si
C2.1 (Fuerza)	5	3000	49,444	2,5	230	0,005	si
C2.2 (Fuerza)	23	2260	49,444	2,5	230	0,016	si
C2.3 (Fuerza)	4	746	49,444	2,5	230	0,001	si
C4 (Termo Eléctrico)	21	3000	49,444	6	230	0,008	si
C5 (Baño)	21	6900	49,444	4	230	0,028	si

Tabla 5.11. Caída de tensión.



# **INSTALACIÓN ELÉCTRICA, CONTRA INCENDIOS Y DE VENTILACIÓN DE UN GIMNASIO**

---

**Trabajo de Fin de Grado**

## **ANEXO VI**

**Estudio de seguridad y salud**

## ÍNDICE ANEXO VI. Estudio de seguridad y salud

2.6. Estudio Básico de Seguridad y Salud. ....	142
2.6.1. Objeto. ....	142
2.6.2. Condiciones de las instalaciones. ....	143
2.6.3. Actividades a realizar. ....	143
2.6.4. Análisis de los riesgos. ....	144
2.6.4.1. Trabajo en altura. ....	144
2.6.4.2. Transporte de material. ....	147
2.6.4.3. Montaje de componentes. ....	149
2.6.4.4 Herramientas manuales. ....	150
2.6.4.5. Uso de andamios, plataformas elevadoras y escaleras móviles. .....	151
2.6.4.6. Trabajos en tensión. ....	153
2.6.4.7. Trabajos próximos a elementos en tensión. ....	155
2.6.4.8. Trabajos sin tensión. ....	156
2.6.5. Mantenimiento y uso de los equipos de protección. ....	158
2.6.6. Medios auxiliares y otras normas de seguridad de aplicación según obra. ....	159
2.6.6.1. Servicios de prevención. ....	159
2.6.6.2. Seguros de responsabilidad civil y todo riesgo en la obra. ...	159
2.6.6.3. Formación. ....	160
2.6.6.4. Reconocimientos médicos. ....	160
2.6.7. Medidas de emergencia. ....	160
2.6.7.1. Primeros auxilios. ....	161
2.6.7.2. Medio de auxilio. ....	161
2.6.7.3. Asistencia a los accidentados. ....	162
2.6.8. Análisis y prevención de riesgos catastróficos. ....	163

## Índice de figuras.

Figura 6.1. Cartel en entrada de obra.

Figura 6.2. Señalización de seguridad caídas.

Figura 6.3. Señalización de seguridad pisadas

Figura 6.4. Señalización caída de objetos.

Figura 6.5. Zona de peligro.

Figura 6.6. Zona de proximidad de riesgo eléctrico.

Figura 6.7. Cinco Reglas de Oro

Figura 6.8. Señalización botiquín.

## 2.6. Estudio Básico de Seguridad y Salud.

### 2.6.1. Objeto.

Este Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de la obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos y accidentes profesionales, así como los servicios sanitarios comunes a los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la/s empresa/s contratista/s para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales facilitando su desarrollo bajo el control del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, acorde al Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Los objetivos que se pretende estudiar en este plan son los siguientes:

- Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
- Combatir los riesgos en su origen. Descubrir los tipos de riesgos posibles y plantear una solución de mejora.
- Evitar toda posibilidad de riesgo durante el proceso de instalación.
- Sustituir todo elemento que entrañe peligro por los que supongan poco o ningún peligro.
- Imponer medidas de seguridad.
- Definir las protecciones individuales y colectivas en función del tipo de riesgo expuesto.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Ofrecer a los trabajadores toda la información necesaria para cumplir con las normativas. Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.

Además, el objetivo de este estudio también es que cada uno de los trabajadores sean capaces de:

- Conocer los aspectos más importantes de las medidas de emergencias.
- Cómo realizar de forma segura los primeros auxilios tras un accidente.

## 2.6.2. Condiciones de las instalaciones.

Las instalaciones diseñadas en el proyecto se ubicarán tanto en el interior como en la parte de falso techo del gimnasio.

Los trabajos que se realizarán tendrán riesgos de varios tipos, pero los más preocupantes son las caídas a distintas alturas y la electrocución. Durante este Estudio Básico de Seguridad y Salud se intentará tomar medidas de seguridad con el fin de reducir todos los riesgos posibles, no solo para un riesgo en específico, sino para todos los detectados posibles.

## 2.6.3. Actividades a realizar.

A continuación, se muestran las actividades que se van a realizar durante el transcurso de la obra.

- Montaje de sistemas para garantizar la seguridad de los operarios.
- Montaje de estructuras soporte en el techo del gimnasio
- Instalación de cableado de instalación eléctrica del gimnasio.
- Montaje de cuadro de protección y medida del gimnasio.
- Montaje de los tubos de ventilación.
- Instalación de ventilación.
- Montaje del cuadro eléctrico.
- Instalación de cableado de corriente continua.
- Instalación de iluminación
- Montaje de sistemas de protección.
- Instalación de contra incendios.
- Pruebas y puesta en marcha de instalaciones.

Estas actividades mediante trabajos en los cuales existen riesgos importantes que se deben considerar:

- Trabajos en el montaje.
- Transporte de material.
- Trabajos próximos a elementos con tensión.
- Trabajos sin tensión.
- Trabajos en alturas.
- Colocación de los componentes de las instalaciones.
- Uso de escaleras de mano, andamios o plataformas elevadoras.
- Trabajo con herramientas manuales.

Para todos estos trabajos existen diferentes riesgos asociados. Durante su ejecución pueden surgir riesgos de choques, golpes, cortaduras, caídas, riesgos eléctricos, etc.

## 2.6.4. Análisis de los riesgos.

A la entrada a la obra deberá presentarse como mínimo la señalización siguiente:

- Obligatoriedad del uso del casco en el recinto de la obra.
- Prohibición de entrada a toda persona ajena a la obra.
- Cartel de obra.



Figura 6.1. Cartel en entrada de obra

### 2.6.4.1. Trabajo en altura.

Se trata de una actividad extremadamente peligrosa la cual necesita medidas de control para mejorar la calidad de trabajo y así, garantizar la seguridad del trabajador y reducir los accidentes de este tipo.

Este tipo de trabajo conlleva una serie de riesgos frecuentes:

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Pisada sobre objetos.
- Choques/golpes contra objetivos móviles.
- Choques/golpes contra objetivos inmóviles.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Sobreesfuerzos.

Para evitar este tipo de riesgos existen medidas de acción preventivas:

La protección individual se considerará como procedimiento complementario a la protección colectiva. Esta última es una técnica que protege a los operarios frente a los peligros y se usará siempre, en el caso de que esta no pueda controlar todos los peligros entrañados se hará uso de la protección individual.

Cabe destacar que la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, especifica que se deben adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual. Para reducir el nivel de riesgo de los peligros detectados se debe implementar medidas de acción preventivas, con el objetivo de reducir en su máxima capacidad el riesgo de accidente.

- Riesgo de caídas al mismo/distinto nivel o golpes/ choques contra objetos:
  - o La delimitación de las zonas donde exista riesgo de caídas de personas, objetos o choques y golpes, mediante un color de seguridad. Esta señalización se efectuará con la alternación de franjas amarillas y negras con una inclinación aproximada de 45°.



*Figura 6.2. Señalización de seguridad caídas.*

- Riesgo de pisadas sobre objetos:

En el supuesto caso de que haya una mala organización en el área de trabajo, siempre está la posibilidad de pisadas sobre obstáculos y, por consiguiente, originar riesgo sobre los operarios. A continuación, se hará un pequeño listado sobre las medidas a tomar para reducir de forma considerable estos riesgos incensarios:

- o Mantener la zona de trabajo bien señalizada y libre de obstáculos para evitar riesgo de caídas de los operarios.
- o Eliminar los objetos no necesarios en la zona de trabajo, eliminar la basura generada durante el trabajo. Si es necesario, señalar la zona afectada para evitar el paso hasta finalizar la limpieza.

- Se debe garantizar una correcta iluminación del área de trabajo para poder visualizar cualquier peligro.



Figura 6.3. Señalización de seguridad pisadas.

- Riesgo de exposición a temperaturas ambientales extremas:

Al realizar trabajos en altura hay que tener en cuenta la exposición de los trabajadores al propio ambiente, es por esto por lo que se debe implantar medidas de precaución para evitar riesgos de este tipo, como pueden ser habilitar zonas de sombra para el descanso de los operarios, planificar las actividades más costosas en horas de menor calor, planificar varios descansos si las condiciones de trabajo no son favorables o suministrar bebidas hidratantes a cada uno de los trabajadores.

Equipos de protección a utilizar.

EPC para reducir los riesgos y asegurar a los trabajadores:

- Barandillas: Se instalarán en zonas de trabajo donde exista la posibilidad de riesgo de caída de distinto nivel de altura.
- Redes: Se instalarán en zonas de trabajo donde exista la posibilidad de caídas en altura de distinto nivel, con el objetivo de detener la caída tanto de objetos como de personas implicadas en el trabajo.
- Entablado: Se tratan de protecciones horizontales usadas para proteger huecos y evitar atrapamientos de extremidades o lesiones más graves.
- Líneas de vida: Si debido a distintas circunstancias, la posibilidad de instalar protecciones colectivas es imposible, se hará uso de líneas de vida que pueden ser horizontales (Instaladas conforme la norma técnica UNE/EN 795 2012) o verticales (No dispone de norma técnica para su instalación, pueden ser de cuerda o cable y se debe utilizar con un equipo anticaídas en base a la norma UNE/353-2)

EPI para reducir riesgo de golpes, caídas y heridas sangrantes

- Botas antideslizantes.
- Guantes y mangas.
- Cascos.

- Gafas protectoras.
- Arnés de seguridad anticaídas

#### 2.6.4.2. Transporte de material.

Dependiendo del material a transportar, este trabajo se puede convertir en una actividad peligrosa.

Este tipo de actividad conlleva una serie de riesgos frecuentes:

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Pisada sobre objetos.
- Choques/golpes contra objetos inmóviles.
- Choques/golpes contra objetos móviles.
- Golpes/cortes con objetos.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquina.
- Sobreesfuerzo.
- Vuelcos.
- Fatiga física por desplazamiento.
- Fatiga física por manejo de cargas.

Para evitar este tipo de riesgos existen medidas de acción preventivas:

Durante las operaciones de transporte pueden ocurrir gran cantidad de accidentes si no se aplican medidas preventivas necesarias para mitigar los riesgos posibles. Por tanto, se tendrá que establecer unas condiciones mínimas de trabajo para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores.

Cabe destacar que el RD 487/1997, es la norma que “establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en cuanto al transporte y manipulación de cargas que puedan entrañar peligros”, es por ello por lo que se tendrá en cuenta para tomar las medidas preventivas asociadas a esta actividad:

- Riesgo de atrapamientos y golpes:
  - o Procurar que el terreno de trabajo sea estable, sin ningún tipo de pendiente.
  - o Si el terreno de trabajo posee de cierta inclinación, tomar las medidas adecuadas para erradicar los peligros.
  - o Utilizar equipos de protección en todo momento.
  
- Riesgo de caídas de personas al mismo nivel:

- Utilizar calzado adecuado.
  - Limpiar y organizar la zona de paso, evitando materiales y materiales resbaladizos en el área de trabajo.
  - Utilizar equipos de protección.
- Riesgo de caídas de objetos en manipulación:
- Garantizar la estabilidad de las cargas de transporte.
  - Utilizar medidas para la buena sujeción de los objetos.



*Figura 6.4. Señalización caída de objetos.*

- Riesgo por sobreesfuerzo:
- No superar los límites de manipulación manual de cargas durante el proceso de transporte.
  - Intentar hacer uso de medios auxiliares para el manejo de cargas.
  - Aplicar técnicas para levantar y transportar los materiales de forma manual.
  - Si la carga es muy pesada y no se dispone de medios auxiliares, solicitar ayuda de cualquier compañero para el reparto del peso.
- Riesgo por cortes:
- Uso adecuado de elementos de protección.
  - Uso de medios auxiliares para el manejo de cargas cortantes.

Equipos de protección a utilizar:

EPC para reducir los riesgos y asegurar a los trabajadores

- Carretilla elevadora.

- Carretilla de mano.

#### EPI para protección ante golpes, caídas y cortes

- Casco de protección.
- Calzado de protección.
- Rodilleras.
- Protección para los empeines.
- Guantes contra agresiones mecánicas.
- Chalecos contra agresiones mecánicas.

#### 2.6.4.3. Montaje de componentes.

El montaje de componentes puede derivar daños a los trabajadores si no se toman las medidas de prevención adecuadas.

Este tipo de actividad conlleva una serie de riesgos frecuentes:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas objetos en manipulación.
- Golpes/cortes con objetos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Sobreesfuerzo.
- Exposición a condiciones ambientales desfavorables.

Para evitar este tipo de riesgos existen medidas de acción preventivas:

- Riesgo por sobreesfuerzo:
  - o No superar los límites de manipulación manual de cargas durante el proceso de transporte.
  - o Intentar hacer uso de medios auxiliares para el manejo de cargas.
  - o Aplicar técnicas para levantar y transportar los materiales de forma manual.
  - o Si la carga es muy pesada y no se dispone de medios auxiliares, solicitar ayuda para el reparto del peso.
- Riesgo por cortes:
  - o Uso adecuado de elementos de protección.
  - o Uso de medios auxiliares para el manejo de cargas cortantes.
- Riesgo de caídas de personas al mismo nivel:
  - o Utilizar calzado adecuado.
  - o Limpiar y organizar la zona de paso, evitando materiales y líquidos resbaladizos por el terreno.
- Riesgo de atrapamientos y golpes:

Procurar que el terreno de trabajo sea estable, sin ningún tipo de pendiente.

Si el terreno de trabajo posee de cierta inclinación, tomar las medidas adecuadas para solventar los peligros.

Utilizar equipos de protección en todo momento.

- Riesgo ante condiciones ambientales desfavorables:
  - o En caso de lluvias, fuertes vientos o nieve, cancelar toda actividad hasta que las condiciones meteorológicas cambien.
  - o En caso de exceso de polvo en el ambiente, utilizar equipos de protección para las vías respiratorias.

Equipos de protección a utilizar:

EPI para reducir riesgo de cortes, golpes y caídas

- Casco de protección.
- Calzado de protección.
- Rodilleras.
- Protección para los empeines.
- Guantes contra agresiones mecánicas.
- Chalecos contra agresiones mecánicas.

#### 2.6.4.4 Herramientas manuales.

Estas herramientas serán destinadas al uso por parte de los trabajadores. El uso indebido o inadecuado de ellas puede derivar a riesgos de seguridad y salud.

Este tipo de actividad conlleva una serie de riesgos frecuentes:

- Golpes y cortes en manos ocasionados por las propias herramientas durante el trabajo normal con las mismas.
- Lesiones oculares por partículas provenientes de los objetos que se trabajan y/o de la propia herramienta.
- Golpes en diferentes partes del cuerpo por despido de la propia herramienta o del material trabajado.
- Esguinces por sobreesfuerzos o gestos violentos.

Para evitar este tipo de riesgos existen medidas de acción preventivas:

El empleo inadecuado de herramientas de mano son origen de una cantidad importante de lesiones partiendo de la base de que se supone que todo el mundo sabe cómo utilizar las herramientas manuales más corrientes.

A nivel general se pueden resumir en seis las prácticas de seguridad asociadas al buen uso de las herramientas de mano:

- Selección correcta de las herramientas para el trabajo a realizar.
- Mantenimiento de las herramientas en buen estado.
- Uso correcto de las herramientas.
- Evitar un entorno que dificulte su uso correcto.
- Guardar las herramientas en lugar seguro.
- Asignación personalizada de las herramientas siempre que sea posible.

Equipos de protección a utilizar:

EPI para reducir riesgo de cortes, golpes y caídas

- Casco de protección.
- Calzado de protección.
- Rodilleras.
- Protección para los empeines.
- Guantes y mangas contra agresiones mecánicas.
- Chalecos contra agresiones mecánicas.
- Gafas protectoras.

#### 2.6.4.5. Uso de andamios, plataformas elevadoras y escaleras móviles.

Estos equipos serán destinados para transportar materiales y personas a una zona de trabajo inaccesible debido a la diferencia de altura. El uso de estos medios puede derivar a ciertos riesgos y poner la seguridad y salud de los trabajadores en peligro.

Este tipo de actividad conlleva una serie de riesgos frecuentes:

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Vuelcos de andamios por fallos en la estabilización de la base.
- Deslizamientos de escaleras móviles.
- Resbalones del personal en andamios, plataformas o escaleras.
- Caídas de objetos durante el uso de estos equipos.
- Sobreesfuerzos durante los trabajos de montaje.

Para evitar este tipo de riesgos existen medidas de acción preventivas:

Durante el uso de estos materiales siempre existe riesgo para los operarios por fallos en su instalación, excesos de confianza, etc. Por lo cual, se presentará una serie de medidas preventivas con el fin de garantizar la máxima seguridad en cada uno de los trabajos:

- Escaleras móviles:
  - o Se asegurará la fijación de las escaleras antes de su uso.
  - o Se utilizarán tacos antideslizantes para evitar caídas de las escaleras durante el proceso de uso.

- El apoyo de la parte inferior de la escalera se efectuará en zonas horizontales a ser posible.
  - En caso de zonas con inclinación, utilizar bases de nivelación que resistan el peso de la escalera y de al menos un operario.
  - El uso de la escalera, tanto la subida como la bajada será de una persona, evitando el uso simultáneo de dos operarios o más.
  - El trabajador utilizará la escalera de manera frontal, viendo en todo momento donde apoya las manos.
  - Las escaleras que presenten deterioros en cualquier parte de ella deberán ser sustituidas lo antes posible. En caso contrario, se prohibirá la realización de cualquier actividad.
  - Evitar el uso de escaleras con condiciones de luz desfavorables.
- Andamios:
- La estabilidad de los andamios a la hora de utilizarlos debe estar garantizada.
  - Los andamios de alturas considerables deben poseer una barandilla para evitar caídas de personal al vacío.
  - Los operarios que utilicen los andamios deberán utilizar equipos de protección acordes con los riesgos a los que puedan estar expuestos.
  - Se prohíbe el paso de un andamio a otro en altura por parte de un operario.
  - Se prohíbe actividades en andamios con condiciones meteorológicas desfavorables.
  - Evitar el uso de andamios con condiciones de luz desfavorables.
  - Los operarios deberán tener conocimientos adecuados sobre el uso de andamios.
  - Durante los procesos de montaje o desmontaje de andamios, nadie debe permanecer debajo de él.
  - Cada dos bases de altura se deberá instalar una barra diagonal de arrojamiento, dando mayor fijación y seguridad a la estructura.
- Plataformas elevadoras:
- Se asegurará la fijación de la plataforma antes de su uso.
  - La estabilidad de la plataforma debe ser garantizada en todo momento.
  - Utilización de equipos de protección durante las fases de trabajo.
  - Comprobar que no hay ningún obstáculo a la hora de subir la plataforma para reducir riesgos de choques.
  - No hacer uso de la plataforma con condiciones meteorológicas adversas.
  - No sobrecargar la plataforma tanto de operarios como de materiales, el peso máximo debe ser el indicado por el fabricante.

- Cualquier defecto detectado en la plataforma que entrañe peligro para la seguridad del operario debe ser comunicada para repararlo o sustituirlo.
- Evitar el uso de plataformas con condiciones de luz desfavorables.
- Los operarios deberán tener conocimientos adecuados sobre el uso de plataformas.

Equipos de protección a utilizar:

EPC para reducir los riesgos y asegurar a los trabajadores

- Barandillas: Se instalarán en zonas de trabajo donde exista la posibilidad de riesgo de caída de distinto nivel de altura con el fin de proteger la salud de los trabajadores
- Redes: Se instalarán en zonas de trabajo donde exista la posibilidad de caídas en altura de distinto nivel, con el objetivo de detener la caída tanto de objetos como de personas implicadas en el trabajo.

EPI para protección ante golpes y caídas:

- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Botas de protección/antideslizantes.
- Arnés de sujeción anticaídas.

#### 2.6.4.6. Trabajos en tensión.

Los trabajos en tensión serán realizados por trabajadores cualificados y son aquellos que durante los cuales un trabajador entra en contactos con elementos en tensión o entra en la zona de peligro. Esta zona es el espacio alrededor de un elemento en tensión en el que existe riesgo cuando hay la presencia de un trabajador en ella.

Se dividen en dos zonas y se mide desde el punto central de tensión, donde se encuentra el elemento desnudo en tensión:

- Dpel-1: Cuando existe riesgo por sobretensión por rayo.
- Dpel-2: Cuando no existe riesgo por sobretensión por rayo.



Figura 6.5. Zona de peligro.

Este tipo de actividad conlleva una serie de riesgos frecuentes:

- Choque eléctrico (por contacto directo o indirecto)
- Quemadura eléctrica
- Arco eléctrico
- Incendios y/o explosiones
- Electrocuciiones

Para evitar este tipo de riesgos existen medidas de acción preventivas:

En el caso de que estos trabajos se realicen al aire libre, se deberá tener en cuenta las condiciones ambientales desfavorables; estos trabajos se suspenderán cuando existan tormentas, vientos fuertes, lluvias fuertes, etc. Además, se tomarán las siguientes medidas preventivas:

- Las labores de instalación/repación las realizará un operario con formación académica y con autorización.
- El acceso al área de trabajo estará limitado a los trabajadores autorizados.
- Las herramientas manuales deben estar totalmente protegidas frente al contacto eléctrico.
- Asegurarse que los equipos utilizados para efectuar las actividades funcionan correctamente.

Equipos de protección a utilizar:

EPC ante riesgos eléctricos

- Verificador de ausencia de tensión.
- Juegos de puesta a tierra y cortocircuitos.
- Elementos de protección aislante y señalización.
- Pértigas aislantes.
- Banquetas aislantes.
- Alfombras aislantes.
- Sistemas anticaídas.
- Plataforma de trabajo.

EPI requeridos para trabajos eléctricos

- Guantes aislantes con protección mecánica.
- Gafas o pantallas faciales para riesgos eléctricos.
- Arnés o cinturón de seguridad (riesgo ante posible caída).
- Casco de seguridad aislante.
- Botas aislantes.
- Ropa aislante.

#### 2.6.4.7. Trabajos próximos a elementos en tensión.

Los trabajos en proximidad son aquellos que durante los cuales un trabajador entra, o puede entrar a la zona de proximidad, sin entrar a la zona de peligro, bien sea con una parte de su propio cuerpo, o con las herramientas que está manipulando. La zona de proximidad se denomina al espacio alrededor de una zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta zona.

Esta zona se mide desde el punto máximo de tensión, se denomina  $D_{prox}$  y se divide en dos zonas:

- $D_{prox-1}$ : Cuando se puede delimitar con precisión la zona de trabajo.
- $D_{prox-2}$ : Cuando no se puede delimitar con precisión la zona de trabajo.



Figura 6.6. Zona de proximidad de riesgo eléctrico.

Este tipo de actividad conlleva una serie de riesgos frecuentes:

- Choque eléctrico (por contacto directo o indirecto)
- Quemadura eléctrica
- Arco eléctrico
- Caídas o golpes debido a choque o arco eléctrico.
- Incendios y/o explosiones
- Electrocuciiones

Para evitar este tipo de riesgos existen medidas de acción preventivas:

En el caso de que estos trabajos se realicen al aire libre, se deberá tener en cuenta las condiciones ambientales desfavorables; estos trabajos se suspenderán cuando existan tormentas, vientos fuertes, lluvias fuertes, etc. Además, se tomarán las siguientes medidas preventivas:

- Las labores de instalación/repación las realizará un operario con formación académica y con autorización.
- El acceso al área de trabajo estará limitado a los trabajadores autorizados.
- Las herramientas manuales deben estar totalmente protegidas frente al contacto eléctrico.

- Asegurarse que los equipos utilizados para efectuar las actividades funcionen correctamente.
- Colocación de una barrera física para asegurar la distancia de seguridad.

Equipos de protección a utilizar:

EPC ante riesgos eléctricos

- Verificador de ausencia de tensión.
- Juegos de puesta a tierra y cortocircuitos.
- Elementos de protección aislante y señalización.
- Banquetas aislantes.
- Alfombras aislantes.
- Sistemas anticaídas.
- Plataforma de trabajo.

EPI requeridos para trabajos eléctricos

- Guantes aislantes con protección mecánica.
- Gafas o pantallas faciales para riesgos eléctricos.
- Arnés o cinturón de seguridad (riesgo ante posible caída).
- Casco de seguridad aislante.
- Botas aislantes.
- Ropa aislante.

#### 2.6.4.8. Trabajos sin tensión.

Los trabajos sin tensión son aquellas labores que se efectúan después de haber tomado todas las medidas necesarias para mantener la instalación sin tensión.

Las operaciones tanto de supresión como de reposición no las puede realizar cualquier trabajador:

- En Baja Tensión → Trabajadores Autorizados
- En Alta Tensión → Trabajadores Cualificados

La diferencia entre ambos es que el trabajador cualificado posee conocimientos especializados en instalaciones eléctricas debido a su formación, pero ambos deben tener una formación en Riesgos Eléctricos por parte del empresario.

Este tipo de actividad conlleva una serie de riesgos frecuentes:

- Choque eléctrico (por contacto directo o indirecto)
- Quemadura eléctrica
- Arco eléctrico
- Caídas o golpes debido a choque o arco eléctrico.
- Incendios y/o explosiones

- Electrocuciones

Para evitar este tipo de riesgos existen medidas de acción preventivas:

Para realizar este tipo de trabajos primero se debe suprimir la tensión, para esto se debe tener claro la zona y los elementos en los cuales se van a trabajar. Se debe seguir un proceso estándar que se desarrolla en 5 pasos, también conocido como las 5 Reglas de Oro:



Figura 6.7. Cinco Reglas de Oro.

1. Desconectar: Aislar la instalación en la que se va a efectuar las actividades de cualquier fuente de alimentación. Mantener especialmente atención a instalaciones con condensadores y motores eléctricos de CC.

2. Prevenir cualquier posible realimentación: Se utilizarán una serie de dispositivos de maniobra para que no permita la reconexión de la alimentación, tales como:

- Bloqueo mecánico.
- Controlados a distancia.
- Alimentados por energía auxiliar.

3. Verificar la ausencia de tensión: Este tercer paso debe hacerse inmediatamente antes de realizar la puesta a tierra o cortocircuito. Ya que comprobar el correcto funcionamiento del dispositivo verificar antes y después de la maniobra. Existe dos tipos de verificadores:

- Verificadores capacitivos → UNE-EN 61243-1.
- Verificadores resistivos → UNE-EN 61243-2.

4. Poner a tierra y en cortocircuito: Se realizará en instalaciones de AT y en BT si hay riesgo de que pueda ponerse accidentalmente en tensión. Si no

existen tomas de tierra en el área de trabajo se utilizarán dispositivo acorde a la norma UNE -EN 61230.

5. Proteger frente a elementos en tensión y señalizar la zona de trabajo: Se debe instalar señales que permitan considerar la zona como fuera de peligro. La zona de peligro no puede tener ningún tipo de pasillo de acceso. La señalización de la zona de trabajo se realizará acorde al RD 485/1997, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Equipos de protección a utilizar

EPC ante riesgos eléctricos

- Verificador de ausencia de tensión.
- Juegos de puesta a tierra y cortocircuitos.
- Elementos de protección aislante y señalización.
- Pértigas aislantes.
- Banquetas aislantes.
- Alfombras aislantes.
- Sistemas anticaídas.
- Plataforma de trabajo.

EPI requeridos para trabajos eléctricos

- Guantes aislantes con protección mecánica.
- Gafas o pantallas faciales para riesgos eléctricos.
- Arnés o cinturón de seguridad (riesgo ante posible caída).
- Casco de seguridad aislante.
- Botas aislantes.
- Ropa aislante.

### 2.6.5. Mantenimiento y uso de los equipos de protección.

Según el artículo 7 del Real Decreto 773/1997, la utilización, almacenamiento, mantenimiento, limpieza, la desinfección cuando proceda, y la reparación de los equipos de protección individual deberán realizarse de acuerdo con las indicaciones del fabricante. Salvo en casos especiales, los EPI sólo podrán utilizarse para los usos pronosticados.

Las condiciones que deben darse para la utilización de un equipo de protección se determinarán en función de los siguientes criterios:

- La gravedad del riesgo.
- El tiempo o frecuencia de exposición al riesgo.
- Las condiciones del puesto de trabajo.
- Los riesgos adicionales derivados de la propia utilización del equipo que no hayan podido evitarse.

Los equipos de protección individual estarán destinados a un uso personal. Si las circunstancias exigiesen la utilización de un equipo para varias personas, se adoptarán las medidas necesarias para ello.

## 2.6.6. Medios auxiliares y otras normas de seguridad de aplicación según obra.

### 2.6.6.1. Servicios de prevención.

El empresario deberá nombrar a una persona o personas encargadas de la prevención dando cumplimiento a lo señalado en el artículo 30 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos al que están expuestos los trabajadores y su distribución en la misma. Los servicios de prevención deberán estar en condiciones de proporcionar a la empresa el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgos en ella existentes y en lo referente a:

- El diseño, aplicación y coordinación de los planes y programas de actuación preventiva.
- La evaluación de los factores de riesgo que puedan afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores en los términos previstos en el artículo 16 de esta Ley.
- La determinación de las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.
- La información y formación de los trabajadores.
- La presentación de los primeros auxilios y planes de emergencia.
- La vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.

El servicio de prevención tendrá carácter interdisciplinario, debiendo ser sus medios apropiados para cumplir sus funciones. Para ello, la formación, especialidad, capacitación, dedicación y número de componentes de estos servicios, así como sus recursos técnicos, deberán ser suficientes y adecuados a las actividades preventivas a desarrollar, en función de las siguientes circunstancias:

- Tamaño de la empresa.
- Tipos de riesgos a los que puedan estar expuestos los trabajadores.
- Distribución de riesgos en la empresa.

### 2.6.6.2. Seguros de responsabilidad civil y todo riesgo en la obra.

El contratista debe disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor por los daños a terceras personas de los que puedan resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por hechos provocados por

culpa o negligencia; imputables al mismo o las personas de las que debe responder.

Se entiende que esta responsabilidad civil debe quedar ampliada al campo de la responsabilidad civil patronal. El contratista viene obligado a la contratación de un seguro, en la modalidad de todo riesgo a la construcción, durante el plazo de ejecución de la obra con ampliación a un periodo de mantenimiento en un año, contando a partir de la fecha de finalización definitiva de la obra.

#### 2.6.6.3. Formación.

Todo el personal que realice su cometido en las fases de albañilería en general e instalación eléctrica, deberá realizar un curso de Seguridad y Salud en la Construcción, en el que se les indicarán las normas generales sobre Seguridad y Salud que se adoptan en obra. Esta formación debe ser impartida por los jefes de servicio técnicos o mandos intermedios, recomendándose su complementación por instituciones tales como los Gabinetes de Seguridad e

Higiene en el Trabajo, Mutua de Accidentes, etc. Por parte de la Dirección de la empresa, en colaboración con el Coordinador de Seguridad y Salud en ejecución de obra, se velará para que personal sea instruido sobre las normas particulares que para la ejecución de cada tarea o para la utilización de cada máquina.

#### 2.6.6.4. Reconocimientos médicos.

Al ingresar en la empresa constructora, todo trabajador deberá ser sometido a la práctica de un reconocimiento médico, el cual se repetirá con periodicidad máxima de un año.

#### 2.6.7. Medidas de emergencia.

Se debe analizar las posibles situaciones de emergencias y adoptar medidas en materia de primeros auxilios. Un plan de emergencia se trata de un procedimiento de actuación a seguir en el supuesto caso de que se presenten riesgos, de tal forma que se minimicen los efectos antes las personas y garantizar la posterior evacuación.

Obligaciones en materia de emergencias:

- Analizar los riesgos y las consecuencias que se puedan derivar de estos riesgos.
- Adoptar medidas en materia de primeros auxilios, evacuación y lucha contra incendios.
- Formar a los trabajadores para poner en prácticas las medidas que se hayan adoptado.
- Facilitar materiales necesarios y mantener relaciones con servicios externos (Bomberos, Servicios sanitarios...).

- Mantener el plan de emergencia al igual que el Estudio Básico de Seguridad y Salud regularmente evaluado y verificado.

#### 2.6.7.1. Primeros auxilios.

Los primeros auxilios en cualquier centro de trabajo son de gran importancia, se trata de la primera ayuda que se le ofrece al operario herido antes de ser asistido por personal cualificado. La ayuda que se le presta al herido la lleva a cabo la persona que se encuentra más cerca del afectado. Es por esto, que la divulgación de información sobre primeros auxilios a todos los trabajadores es de vital importancia.

Los riesgos más frecuentes durante el proceso de las actividades son los siguientes:

- Accidente laboral
- Golpe de calor

Se prevé una serie de actuaciones que se deben considerar para los riesgos detectados:

En el caso de accidente laboral:

- No mover al accidentado sin valorar previamente su estado salvo que sea necesario.
- Mantener al accidentado caliente mediante mantas, ropa térmica, etc.
- No proporcionar agua al accidentado.
- No dejar solo al accidentado hasta que llegue personal cualificado o los servicios de asistencia médica.

En el caso de golpe de calor:

- Avisar a los servicios sanitarios.
- Colocar a la persona afectada en un lugar con buena ventilación.
- Retirarle la ropa innecesaria y enfriarle el cuerpo.
- Abanicar a la persona afectada
- No dejar solo al accidentado hasta que llegue personal cualificado o los servicios de asistencia médica.

#### 2.6.7.2. Medio de auxilio.

Según el Anexo VI del Real Decreto 486/1997, sobre material y locales de primeros auxilios establece que todas las zonas de trabajo deben poseer material para primeros auxilios en caso de accidentes, que deberá ser adecuado en cuanto a la cantidad, características, número de trabajadores y las facilidades de acceso al centro de salud más cercano.

Teniendo en cuenta cada uno de estos aspectos, se deberá tener en posesión un botiquín portátil. Las consideraciones que se deben tener en cuenta para los botiquines son:

- El contenido del botiquín debe ser exclusivo para materiales de primeros auxilios.
- El propio contenido del botiquín debe estar correctamente ordenado.
- Se debe reponer todo material usado y verificar su fecha de caducidad como indica el punto 4 del Anexo VI.

Se dispondrá de un botiquín en la obra. El contenido mínimo básico del botiquín según establece la normativa sería:

- Tijeras y pinzas.
- Apósitos estériles.
- Parches.
- Vendajes
- Gasas estériles.
- Esparadrapos.
- Guantes desechables.
- Manta termoaislante.
- Mascarilla de reanimación cardiopulmonar.
- Solución salina.
- Antisépticos.



*Figura 6.8. Señalización botiquín.*

### 2.6.7.3. Asistencia a los accidentados.

Se informará a la obra de los emplazamientos de los diferentes Centros Médicos, servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc. Donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Se dispondrá en la obra y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de asistencia.

Reconocimiento Médico: Todo personal que empiece a trabajar en la obra, debe pasar un reconocimiento médico previo al trabajo y que será repetido en el periodo de un año.

Los Centros más cercanos son los siguientes:

- URGENCIAS Centro Salud Las Delicias. A 2,9km de la obra.  
C. Maximino Acea Perdomo, 2, 38010 Santa Cruz de Tenerife.
- Hospital San Juan De Dios. A 3,5km de la obra.  
Ctra. Santa Cruz Laguna, 53, 38009 Santa Cruz de Tenerife.
- Hospital Nuestra Señora de Candelaria. A 3,6km de la obra.  
Ctra. Gral. del Rosario, 145, 38010 Santa Cruz de Tenerife
- Hospital Universitario de Canarias. A 4,6km de la obra.  
Carretera Ofra S/N, 38320 La Laguna, Santa Cruz de Tenerife.

#### 2.6.8. Análisis y prevención de riesgos catastróficos.

El único riesgo catastrófico previsto es el incendio.

Normalmente los restantes riesgos: Inundaciones, frío intenso, movimientos sísmicos, Vendavales, etc. no pueden ser previstos.

Debiendo en tales casos suspenderse toda actividad de la obra, previo aseguramiento en la medida de lo posible y siempre dependiendo del factor sorpresa, de que la maquinaria de obra, andamios y demás elementos estén debidamente anclados, sujetos y/o protegidos, garantizando la imposibilidad de los mismos de provocar accidentes directos e indirectos sobre las personas y bienes.

- Riesgo de incendios.

No se espera la acumulación de materiales con alta carga de fuego. El riesgo considerado posible se cubrirá con las siguientes medidas:

- Realización de revisiones periódicas a la instalación eléctrica de la obra.





# **INSTALACIÓN ELÉCTRICA, CONTRA INCENDIOS Y DE VENTILACIÓN DE UN GIMNASIO**

---

**Trabajo de Fin de Grado**

## **ANEXO VII**

**Hojas de datos**

## ÍNDICE ANEXO VII. Hojas de datos

1. Luminaria Philips RC132V G6 43S/840 PSU.....	166
2. Luminaria Philips BN126C 35S/840 PSU.....	168
3. Filtros de panel .....	170
4. Ventilador centrífugo.....	175
5. Ventilador helicoidal.....	180
6. Extintores.....	186
7. Luminaria de emergencia HYDRA LD N3.....	189



# CoreLine Panel

## RC132V G5 31\_36\_43S/840 PSU W60L60 OC

CoreLine Panel, 12.5 W, 24.5 W, 600x600 mm, 3100 lm, 3600 lm, 4300 lm, 4000 K, UGR19

CoreLine panel nos ofrece una gama de paneles fácil de instalar y de alta calidad, listas para sustituir directamente luminarias de fluorescencia en aplicaciones de iluminación general. Ofrece la opción multilumen que permite elegir entre diferentes paquetes luminicos. Además cuenta con un conector rápido, para facilitar su conexión y montaje.

### Datos del producto

Información general	
Lighting Technology	LED
Driver incluido	Sí
Número de unidades de equipo	1 unidad
Escalera de valor	Óptima
Fuente de luz sustituible	No

Datos técnicos de la luz	
Flujo luminoso	3.100 3.600 4.300 lm
Rojo saturado (R9)	<50
Temperatura de color correlacionada (Nom)	4000 K
Eficacia lumínica (nominal) (Nom)	125 lm/W
Índice de reproducción cromática (IRC)	≥80
Valor de parpadeo (PstLM)	1
Valor de efecto estroboscópico (SVM)	0,4
Color de la fuente de luz	840 blanco neutro
Tipo de óptica	Ángulo del haz de 90°
Apertura del haz de luz de la luminaria	90°

Índice de deslumbramiento unificado CEN	19
---	----

Operativos y eléctricos	
Tensión de entrada	220-240 V
Line Frequency	50 or 60 Hz
Frecuencia de entrada	50 o 60 Hz
Corriente de arranque	19,7 A
Tiempo de irrupción	0,242 ms
Consumo de energía	12,5 24,5 W
Factor de potencia (fracción)	0,9
Conexión	Conector push-in de 3 polos
Cable	-
Número de productos en MCB de 16 A tipo B	13

Temperatura	
Rango de temperatura ambiente	-10 °C a +40 °C

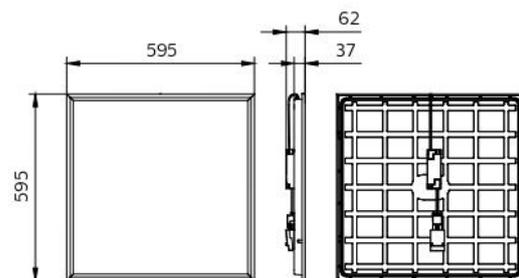
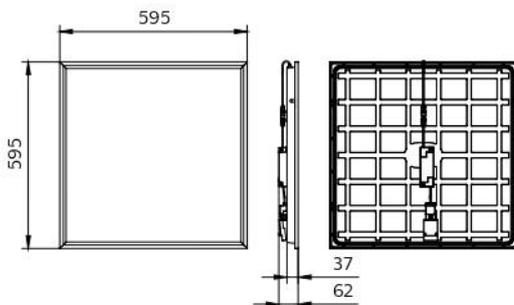
## CoreLine Panel

Controles y regulación	
Regulable	No
Driver/unidad de alimentación/transformador	Fuente de alimentación (ON/OFF)
Flujo luminoso constante	No
Mecánicos y de carcasa	
Material de la carcasa	Acero
Material del reflector	Acrilato
Material óptico	Poliestireno
Material del cierre óptico/lente	Acrilato
Fixation material	-
Color de la carcasa	White
Acabado de cierre óptico/lente	Diamond
Longitud global	595 mm
Anchura global	595 mm
Altura global	62 mm
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	62 x 595 x 595 mm
Aprobación y aplicación	
Código de protección de entrada	IP20/44 [Protección de los dedos; protección de cables, protección frente a salpicaduras]
Índice de protección frente a choque mecánico	IK03 [0.3 J]
Sustainability rating	-
Clase de protección IEC	Seguridad clase II
Test del hilo incandescente	Temperatura 650 °C, duración 30 s
Marca de inflamabilidad	Para su montaje en superficies normalmente inflamables
Marca CE	Sí
Certificado ENEC	Certificado ENEC
Período de garantía	5 años
Riesgo fotobiológico	Photobiological risk group 0 @200mm to EN62778
Especificación de riesgo fotobiológico	0.2 m

Conformidad con RoHS UE	Sí
Rendimiento inicial (conforme con IEC)	
Tolerancia de flujo luminoso	+/-10%
Cromaticidad inicial	(0.38, 0.38) SDCM≤3
Tolerancia de consumo de energía	+/-10%
Rendimiento en el tiempo (conforme con IEC)	
Índice de fallos del equipo de control con una vida útil mediana de 50.000 h	5 %
Mantenimiento lumínico con una vida útil media* 50.000 h	L90
Mantenimiento lumínico con una vida útil media* 100.000 h	L75
Condiciones de aplicación	
Temperatura ambiente de rendimiento Tq	25 °C
Adecuado para conmutación aleatoria	Sí
Datos de producto	
Full EOC	871951495031300
Nombre de producto del pedido	RC132V G5 31_36_43S/840 PSU W60L60 OC
Código de pedido	95031300
Cantidad por paquete	1
Numerador SAP - Paquetes por caja exterior	1
Número de material (12NC)	911401843784
Nombre completo del producto	RC132V G5 31_36_43S/840 PSU W60L60 OC
Embalaje con código EAN/UPC	8719514950313



## Plano de dimensiones





# CoreLine Regleta G3

## BN126C LED35S/840 PSU L1500

CoreLine Regleta G3, 10-15W, L1500 mm, 3500 lm, 4000 K, Opal, IP20, TW1-ready

Tanto si se trata de un nuevo edificio como de un espacio rehabilitado, los clientes prefieren soluciones de iluminación que combinen luz de calidad con un sustancial ahorro de energía y de mantenimiento. La regleta perteneciente a la gama de productos CoreLine LED se puede usar para sustituir las regletas tradicionales con lámparas fluorescentes. El proceso de selección, instalación y mantenimiento es muy sencillo.

### Advertencias y seguridad

- El producto es IP20 y, como tal, no está protegido contra el ingreso de agua; recomendamos encarecidamente que se compruebe adecuadamente el entorno en el que se vaya a instalar la luminaria.
- Si no se sigue el consejo anterior y entra agua en las luminarias, Philips/Signify no puede garantizar que no se produzcan fallos, y la garantía del producto quedará anulada.

### Datos del producto

Información general		Eficacia lumínica (nominal) (Nom)	
Lighting Technology	LED		130 lm/W
Driver incluido	Sí	Índice de reproducción cromática (IRC)	>80
Número de unidades de equipo	1 unidad	Valor de parpadeo (PstLM)	1
Escalera de valor	Óptima	Valor de efecto estroboscópico (SVM)	1,6
Fuente de luz sustituible	No	Color de la fuente de luz	840 blanco neutro
		Tipo de óptica	Ángulo del haz de 120°
		Apertura del haz de luz de la luminaria	120°
		Índice de deslumbramiento unificado CEN	26
Datos técnicos de la luz		Operativos y eléctricos	
Flujo luminoso	3.500 lm	Tensión de entrada	220-240 V
Rojo saturado (R9)	<50		
Temperatura de color correlacionada (Nom)	4000 K		

## CoreLine Regleta G3

Line Frequency	50 or 60 Hz
Frecuencia de entrada	50 o 60 Hz
Corriente de arranque	10 A
Tiempo de irrupción	0,508 ms
Consumo de energía	10-15 W
Factor de potencia (fracción)	0,9
Conexión	Conector push-in de 3 polos
Cable	-
Número de productos en MCB de 16 A tipo B	16

### Temperatura

Rango de temperatura ambiente	-20 °C a +40 °C
-------------------------------	-----------------

### Controles y regulación

Regulable	No
Driver/unidad de alimentación/transformador	Fuente de alimentación (ON/OFF)
Flujo luminoso constante	No

### Mecánicos y de carcasa

Material de la carcasa	Acero
Material del reflector	-
Material óptico	Policarbonato
Material del cierre óptico/lente	Policarbonato
Fixation material	-
Color de la carcasa	White
Acabado de cierre óptico/lente	Opal
Longitud global	1.450 mm
Anchura global	65 mm
Altura global	65 mm
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	65 x 65 x 1450 mm

### Aprobación y aplicación

Código de protección de entrada	IP20 [Protección de los dedos]
Índice de protección frente a choque mecánico	IK04 [0,5 J estándar plus]
Sustainability rating	-
Clase de protección IEC	Seguridad clase I
Test del hilo incandescente	Temperatura 650 °C, duración 30 s
Marca de inflamabilidad	Para su montaje en superficies normalmente inflamables

Marca CE	Marca CE
Certificado ENEC	Certificado ENEC
Periodo de garantía	5 años
Riesgo fotobiológico	Photobiological risk group 0 @200mm to EN62778
Especificación de riesgo fotobiológico	0,2 m
Conformidad con RoHS UE	Si

### Rendimiento inicial (conforme con IEC)

Tolerancia de flujo luminoso	+/-10%
Cromaticidad inicial	(0,38, 0,38) SDCM≤3
Tolerancia de consumo de energía	+/-10%

### Rendimiento en el tiempo (conforme con IEC)

Índice de fallos del equipo de control con una vida útil mediana de 50.000 h	5 %
Mantenimiento lumínico con una vida útil media* 50.000 h	85
Mantenimiento lumínico con una vida útil media* 100.000 h	70

### Condiciones de aplicación

Temperatura ambiente de rendimiento Tq	25 °C
Adecuado para conmutación aleatoria	No aplicable

### Datos de producto

Full EOC	871951494882299
Nombre de producto del pedido	BN126C LED35S/840 PSU L1500
Código de pedido	94882299
Cantidad por paquete	1
Numerador SAP - Paquetes por caja exterior	6
Número de material (12NC)	911401834384
Nombre completo del producto	BN126C LED35S/840 PSU L1500
Embalaje con código EAN/UPC	8719514949041



# Filtros de panel y bolsas

## Fitros de panel, PF, y filtros de bolsas, PFB, para unidades CAEXVEN

Panel filters, PF, and bag filters, PFB, for CAEXVEN units

Filtres à panneaux, PF, et filtres à manches, PFB, pour unités CAEXVEN



**Especificaciones** Specifications - Spécifications

Unidades de filtración en diferentes espesores, el complemento ideal de nuestras cajas portafiltros y nuestras unidades de ventilación con filtración incorporada, en espesores de 24, 48 y 98 mm y filtros de bolsas con marco de 24mm y longitudes de 380 mm.

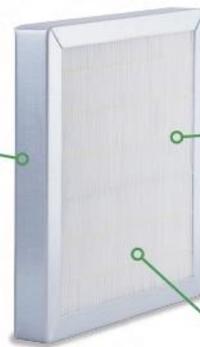
Una amplia gama de eficacias, desde los filtros G4 hasta la filtración absoluta HEPA. Los filtros G4 son ideales para proteger los ventiladores en sistemas con contaminación sólida en suspensión, o para aumentar la vida útil de la filtración fina. El intervalo de filtración desde M5 hasta F9 se considera filtración media, y filtración fina, son las eficacias que exige normativa según la calidad tanto del aire interior como del aire exterior. Y la filtración absoluta, HEPA H14, es la filtración ideal para salas blancas, quirógrafos e incluso para las viviendas que requieren una alta calidad del aire.

**Marco**

De chapa de acero galvanizado troquelado y plegado

**Materiales de filtración**

Usamos únicamente materiales filtrantes de primeras marcas y rendimiento probado



**Eficacias**

Filtros de distinta eficacia para ajustarse a cada necesidad, desde G4 a HEPA H14

**Detalles de calidad; nuestro compromiso**

Quality details; our commitment - Détails de qualité; notre engagement



**Materiales**

- Marcos de chapa de acero galvanizado troquelado y plegado
- Malla metálica en los prefiltros para mantener la forma de fuele que aumenta la superficie de filtración
- Rejilla de contención para los filtros de carbón activado

**Dimensiones (mm)** Dimensions (mm) - Dimensions (mm)

**Filtros de panel PF**

Modelo	Alto	Ancho	Espesor
CFP100	190	195	24 / 58 / 98
CFP150	200	205	24 / 58 / 98
CFP200	240	245	24 / 58 / 98
CFP250	290	295	24 / 58 / 98
CFP300	350	355	24 / 58 / 98
CFP350	440	445	24 / 58 / 98
CFP450	525	530	24 / 58 / 98

**Filtros de bolsas PFB**

Modelo	Alto	Ancho	Espesor	Largo
CFPB100	190	195	24	380
CFPB150	200	205	24	380
CFPB200	240	245	24	380
CFPB250	290	295	24	380
CFPB300	350	355	24	380
CFPB350	440	445	24	380
CFPB450	525	530	24	380

**VCPRFG4**  
**Prefiltros G4 (Coarse 60%)**

- Instalaciones de ventilación y acondicionamiento civil e industrial.
- Centrales de tratamiento del aire, paredes filtrantes.
- Prefiltración y separación de polvos ordinarios y finos.
- Son Prefiltros para filtros de alto rendimiento y absolutos.

**Prefilters G4**

- Ventilation facilities and civil and industrial conditioning.
- Air treatment plants, filtering walls.
- Prefiltration and separation of ordinary and fine powders.
- They are Prefilters for high performance and absolute filters.

**Préfiltre G4**

- Installations de ventilation et conditionnement civil et industriel.
- Installations de traitement d'air, murs filtrants.
- Préfiltration et séparation des poudres ordinaires et fines.
- Ce sont des préfiltres à haute performance et des filtres absolus.



**VCFM5/M6**  
**Filtros M5 y M6 (ePM y ePM10 80%)**

- Instalaciones de aire acondicionado o procesos industriales.
- Módulos individuales para ventilación.

**Filters M5 y M6**

- Air conditioning installations or industrial processes.
- Individual modules for ventilation.

**Filtre M5 y M6**

- Installations de climatisation ou procédés industriels.
- Modules individuels pour la ventilation.



**VCF7/F9**  
**Filtros F7 y F9 (ePM1 50% y ePM1 85%)**

- Filtración en cabinas y hornos de pintura.
- Prefiltración y filtración principal en sistemas con aire a una temperatura máxima de 300°C.

**Filters F7 y F9**

- Filtration in booths and paint ovens.
- Prefiltration and main filtration in systems with air at a maximum temperature of 300 ° C.

**Filtre F7 y F9**

- Filtration dans des cabines et des fours à peinture.
- Préfiltration et filtration principale dans les systèmes avec air à une température maximale de 300 ° C.



**VCFC**  
**Filtros de carbón activado**

- Eliminación del aire u otros gases de contaminantes orgánicos presentes en concentraciones medio/bajas.
- Alta capacidad adsorbente.
- Eliminación de disolventes de las Cabinas de pintura; desodorización del aire de los olores de la cocina.
- Es adecuado para la purificación de biogases.

**Activated carbon filters**

- Elimination of air or other gases from organic pollutants present in medium / low concentrations.
- High adsorbent capacity.
- Removal of solvents from paint booths; deodorization of the air from kitchen odors.
- It is suitable for the purification of biogas.

**Filtres à charbon actif**

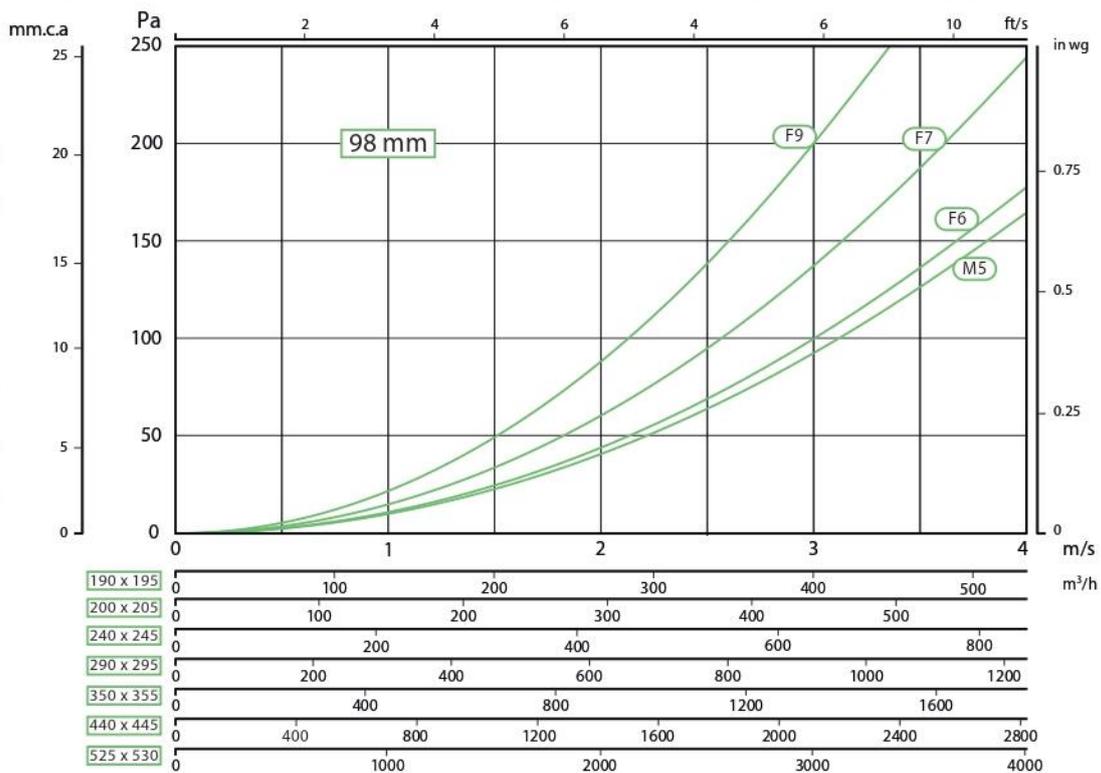
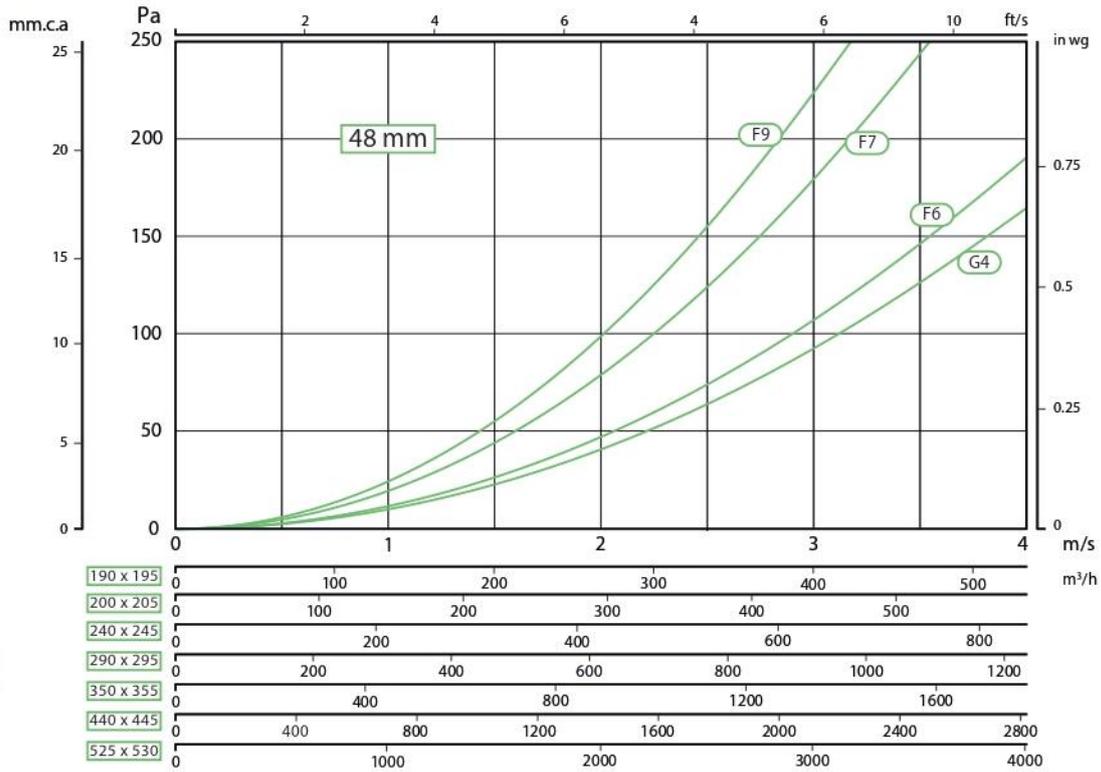
- Élimination de l'air ou d'autres gaz des polluants organiques présents à des concentrations moyennes / faibles.
- Capacité d'adsorption élevée.
- Élimination des solvants des cabines de peinture; désodorisation de l'air des odeurs de cuisine.
- Il convient à la purification du biogaz.



**Características técnicas** Technical characteristics - Caractéristiques techniques

Modelo	Grosor mm	Caudales y caídas de presión según filtro														Peso kg		
		VCPFRG4		VCFM5		M6 ePM10 70%		VCF7 ePM1 55%		VCF9 ePM1 80%		VCF Carbón activado		VCFH14 HEPA 14				
		m3/h	ΔPa	m3/h	ΔPa	m3/h	ΔPa	m3/h	ΔPa	m3/h	ΔPa	m3/h	ΔPa	m3/h	ΔPa			
190 x 195	Bolsa	200	11	200	13	200	16	200	26	200	36							2,60
	24	200	27			200	37	200	49	200	58	200	87					
	48	200	27	200	31	200	31	200	44	200	57	200	174	75	234			
	98			200	25	200	25	200	35	200	50	160	201	110	228			
200 x 205	Bolsa	400	37	400	42	400	53	400	85	400	117							2,67
	24	400	88			400	122	400	159	400	190	340	204					
	48	400	88	400	102	400	102	400	143	400	184	240	204	85	239			
	98			400	82	400	82	400	113	400	164	180	207	120	225			
240 x 245	Bolsa	600	41	600	46	600	58	600	93	600	128							3,20
	24	600	97			600	133	600	174	600	208	490	206					
	48	600	97	600	112	600	122	600	157	600	201	345	205	120	235			
	98			600	89	600	89	600	123	600	179	260	210	170	222			
290 x 295	Bolsa	880	41	880	47	880	59	880	97	880	130							3,86
	24	880	98			880	135	880	177	880	221	710	204					
	48	880	98	880	114	880	114	880	159	880	205	500	203	175	239			
	98			880	91	880	91	880	125	880	182	380	212	250	225			
350 x 355	Bolsa	1300	43	1300	49	1300	61	1300	98	1300	134							4,75
	24	1300	102			1300	140	1300	183	1300	218	1050	212					
	48	1300	102	1300	118	1300	118	1300	165	1300	212	750	217	255	235			
	98			1300	94	1300	94	1300	129	1300	188	550	211	370	229			
440 x 445	Bolsa	2100	45	2100	51	2100	64	2100	103	2100	141							6,25
	24	2100	107			2100	147	2100	192	2100	229	1650	210					
	48	2100	107	2100	124	2100	124	2100	173	2100	222	1150	205	400	237			
	98			2100	99	2100	99	2100	136	2100	198	900	227	560	220			
525 x 530	Bolsa	3000	45	3000	52	3000	65	3000	104	3000	143							7,50
	24	3000	108			3000	148	3000	194	3000	232	2350	211					
	48	3000	108	3000	125	3000	125	3000	175	3000	225	1700	222	560	232			
	98			3000	100	3000	100	3000	137	3000	200	1250	217	800	221			

Filtros de panel y bolsas



Q = Caudal en (m3/h), (m3/s) y c.f.m. / Q = Airflow in (m3/h), (m3/s) and c.f.m. / Q = Débit en (m3/h), (m3/s) et c.f.m.  
 Pe = Presión estática en mm.c.a., Pa e in wg. / Pe = Static pressure in mm.w.c., Pa and in wg / Pe = Pressionstatique en mm.c.e., Pa et in wg.



Ventiladores centrífugos de doble aspiración con motor incorporado, fabricados en chapa de acero galvanizado y rodete de álabes hacia adelante, equilibrado dinámicamente.

#### Motores

Clase F, con condensador permanente.  
De 4 ó 6 polos según versiones.  
Tensión de alimentación  
Monofásicos 230V-50Hz  
Trifásicos 230/400V-50Hz  
(Ver cuadro de características)

#### Otros datos

Con brida de descarga, bajo demanda.  
Los pies soporte (accesorio), permiten cuatro posiciones de la boca de descarga.



**Silent-block antivibraciones** acoplado directamente al motor que evita la transmisión de vibraciones al conjunto, con lo que se reduce sensiblemente el ruido transmitido a la instalación.



**Rodete equilibrado dinámicamente** según norma ISO 1940, para reducir el ruido y evitar vibraciones.

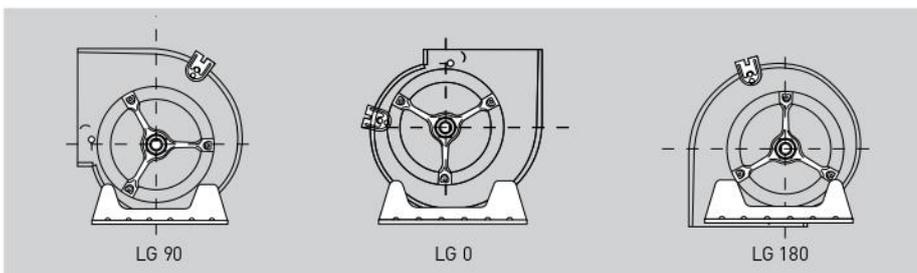


**CBM-7/7 72W**  
Configuración constructiva del modelo CBM-7/7 72W.



**CBM-9/9 200W**  
Configuración constructiva del modelo CBM-9/9 200W.

#### ORIENTACIONES



Los pies soporte (accesorio) permiten tres posiciones de la boca de descarga.

### REFERENCIA

<b>CBM</b>	<b>9/9</b>	<b>373</b>	<b>6P</b>	<b>T</b>	<b>C</b>	<b>VR</b>	<b>K</b>	<b>B8</b>	<b>MP</b>	<b>IP55</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>

- 1** - Nombre gama.  
**2** - 7/7, 9/9, 10/10, 12/9, 12/12, 15/15 dimensiones en pulgadas de las turbinas (igual gama CBP) estas dimensiones se sustituyen a las antiguas en mm (180/180, 240/240, 270/270, 320/240, 320/320, 380/380).  
**3** - Potencia motor en vatios.  
**4** - 4P, 6P: número de polos.  
**5** - Nada: Monofásico.  
 T: Trifásico.
- 6** - Nada: Motor abierto.  
 C: Motor cerrado.  
 RE: Motor Rotor Exterior.
- 7** - Nada: ventilador 1 velocidad no regulable.  
 2V: ventilador con motor de 2 velocidades.  
 3V: ventilador con motor de 3 velocidades.  
 VR: ventilador con motor regulable en tensión.  
 EC-0-10V, EC-CK, EC-PK, EC-CK/DG: ventilador con motor de control electrónico
- 8** - Nada: CBM estándar.  
 K: CBM con estructura cubica de refuerzo.
- 9** - Nada: CBM sin brida.  
 B10, B11, B5, B7, B8, B9, BE: CBM con brida. El numero indica el diámetro de los agujeros de fijación.
- 10** - Nada: Producto en embalaje individual.  
 MP: Producto Multi paletizado.
- 11** - Grado de IP.

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Es imprescindible comprobar que las características eléctricas (voltaje, intensidad, frecuencia, etc.) del motor que aparecen en la placa del mismo son compatibles con las de la instalación.

Modelo	Velocidad (polos)	Potencia motor (W)	Protección	Condensador (µF/V)	Intensidad máxima absorbida (A)	Caudal máximo (m³/h)	Temperatura máxima aire (°C)	Nivel de presión sonora* (dB(A))	Peso (kg)	Regulador de tensión opcional	
										REB	RMB

#### MOTORES MONOFÁSICOS

CBM-7/7 72W 6P C VR	6	72	IP44	3/450	0,6	1.080	+50	51	6,7	1	1,5
CBM-7/7 147W 4P RE VR	4	147	IP44	7/450	1,2	1.470	+40	63	6,9	2,5	3,5
CBM-9/9 200W 6P RE VR	6	200	IP55	5/450	1,8	2.760	+40	63	14	2,5	3,5
CBM-9/9 373W 4P C VR	4	373	IP44	10/450	3,9	2.900	+40	68	12,4	5	8
CBM-9/9 550W 4P C VR	4	550	IP44	25/450	3,9	3.270	+40	69	14	5	8
CBM-10/10 245W 6P C VR	6	245	IP44	8/450	3,1	3.460	+40	64	14,6	5	3,5
CBM-10/10 373W 4P C VR	4	373	IP44	25/450	4,5	3.390	+40	66	15,3	5	8
CBM-10/10 550W 4P C VR	4	550	IP44	25/450	4,5	3.390	+40	66	15,3	5	8
CBM-12/9 736W 6P C VR	6	736	IP44	20/450	5	4.590	+40	70	24,2	10	8
CBM-12/12 550W 6P VR	6	550	IP20	18/450	7,1	5.570	+40	67	21,5	10	8
CBM-12/12 736W 6P C VR	6	736	IP44	20/450	6	4.960	+40	67	26,5	10	8

\* Nivel de presión sonora medido en campo libre en la aspiración, a una distancia de 1,5 m.

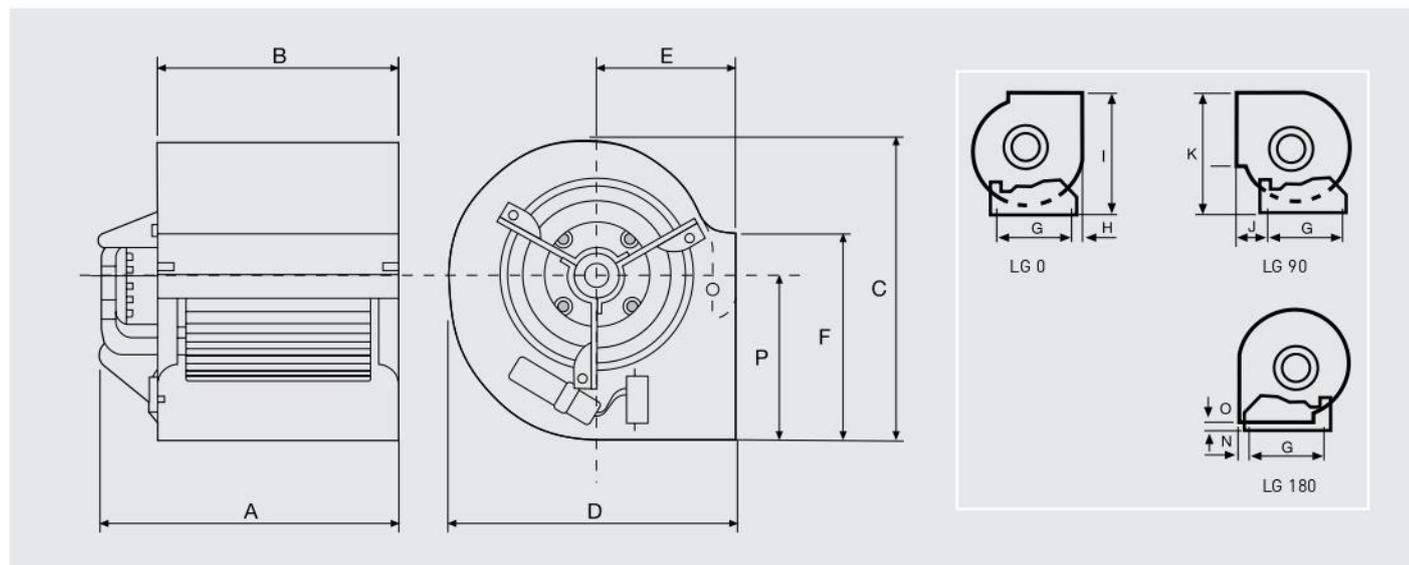
Modelo	Velocidad (polos)	Potencia motor (W)	Protección	Intensidad máxima absorbida (A)		Caudal máximo (m³/h)	Temperatura máxima aire (°C)	Nivel de presión sonora* (dB(A))	Peso (kg)	Convertidor de frecuencia opcional VFTM	
				230V	400V					Red alimentación	
										1/230V	3/400V

#### MOTORES TRIFÁSICOS

CBM-12/9 1100W 6PT C	6	1100	IP44	7,3	4,2	6.710	+40	74	24,5	VFTM MONO 1,5	VFTM TRI 1,5
CBM-12/12 1100W 6PT C	6	1100	IP44	8,5	4,9	8.290	+40	75	28,5	VFTM MONO 1,5	VFTM TRI 1,5
CBM-15/15 2200W 6PT C K	6	2200	IP55	8,8	5,1	9.100	+40	72	43,2	VFTM MONO 1,5	VFTM TRI 1,5

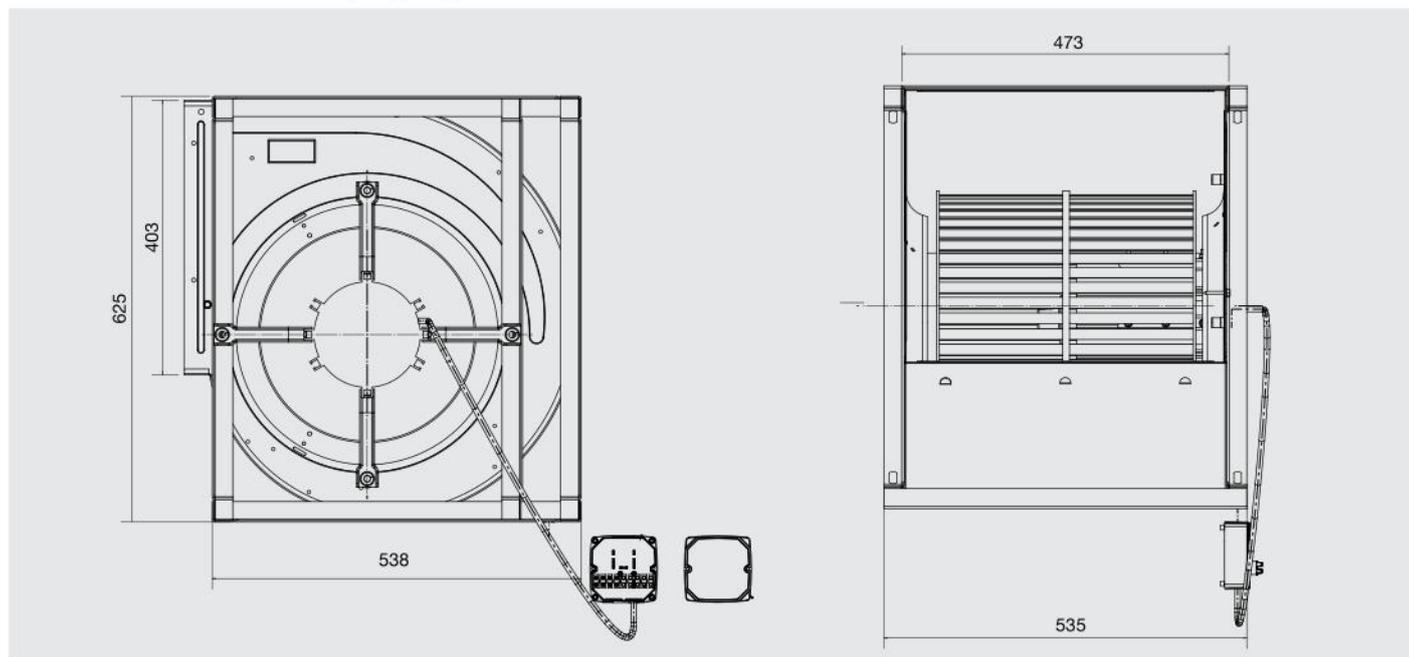
\* Nivel de presión sonora medido en campo libre en la aspiración, a una distancia de 1,5 m.

DIMENSIONES (mm)

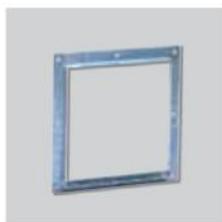


Modelo	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	N	O	P
CBM-7/7 72 6P C VR	270	233	327	308	145	207	225	47,6	314	57	333	8,6	6	187
CBM-7/7 147 4P RE VR	VER GAMA CBM-RE													
CBM-9/9 200 6P RE VR	VER GAMA CBM-RE													
CBM-9/9 373 4P C VR	348	300	390	381	184	260	296	34,5	382	69	395,5	34,5	6	221
CBM-9/9 550 4P C VR	371	300	390	381	184	260	296	34,5	382	69	395,5	34,5	6	221
CBM-10/10 245 6P C VR	377	333	443	423	200	288	339	39	427	67	451,5	39	8	249
CBM-10/10 373 4P C VR	430	333	443	423	200	288	339	39	427	67	451,5	39	8	249
CBM-10/10 550 4P C VR	430	333	443	423	200	288	339	39	427	67	451,5	39	8	249
CBM-12/9 736 6P C VR	419	311	521	490	229	341	407	40,5	496,5	69,5	528,5	41,5	4,5	293
CBM-12/12 550 6P VR	459	396	521	490	229	341	407	40,5	496,5	69,5	528,5	41,5	4,5	293
CBM-12/12 736 6P C VR	459	396	521	490	229	341	407	40,5	496,5	69,5	528,5	41,5	4,5	293
CBM-12/9 1100 6PT C	416	311	521	490	229	341	407	40,5	496,5	69,5	528,5	41,5	4,5	293
CBM-12/12 1100 6PT C	460	396	521	490	229	341	407	40,5	496,5	69,5	528,5	41,5	4,5	293

Dimensiones modelo CBM-T-15/15 (mm)



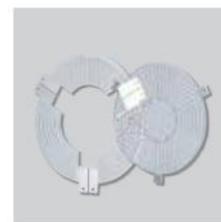
### ACCESORIOS DE MONTAJE



Brida descarga CBM



Pie soporte

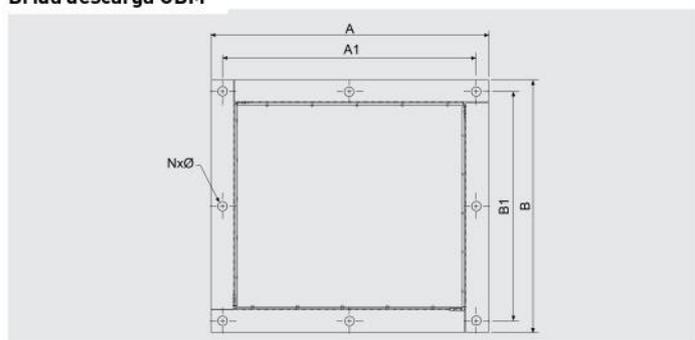


Defensas

Modelo	Brida descarga CBM	Pie soporte	Defensas
CBM-7/7	Brida desc. CBM-7/7	PIE SOPORTE CBP/CBM 7/7	DEF-CBM-7
CBM-9/9	Brida desc. CBM-9/9	PIE SOPORTE CBP/CBM 9/9	DEF-CBM-9
CBM-10/10	Brida desc. CBM-10/10	PIE SOPORTE CBP/CBM 10/10	DEF-CBM-10
CBM-12/9	Brida desc. CBM-12/9	PIE SOPORTE CBP/CBM 12/12	DEF-CBM-12
CBM-12/12	Brida desc. CBM-12/12	PIE SOPORTE CBP/CBM 12/12	DEF-CBM-12
CBM-15/15	-	-	DEF-CBM-15

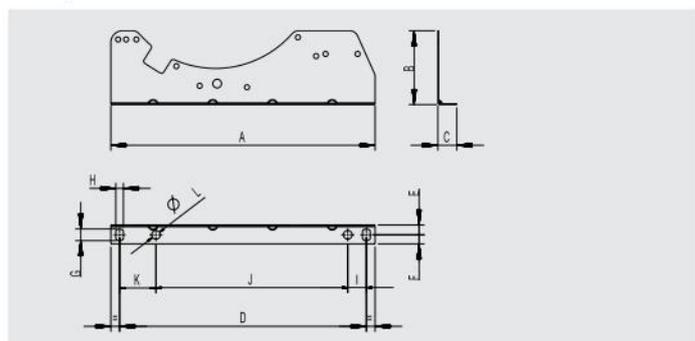
### Dimensiones accesorios (mm)

#### Brida descarga CBM



Modelo	A	A1	B	B1	NxØ (mm)
Brida desc. CBM-7/7	289	264	265	240	8x9
Brida desc. CBM-9/9	360	328	315	285	8x10
Brida desc. CBM-10/10	380,5	359	339	316	8x9
Brida desc. CBM-12/9	362	341	394,5	374	8x9
Brida desc. CBM-12/12	447	426	394,5	374	8x9

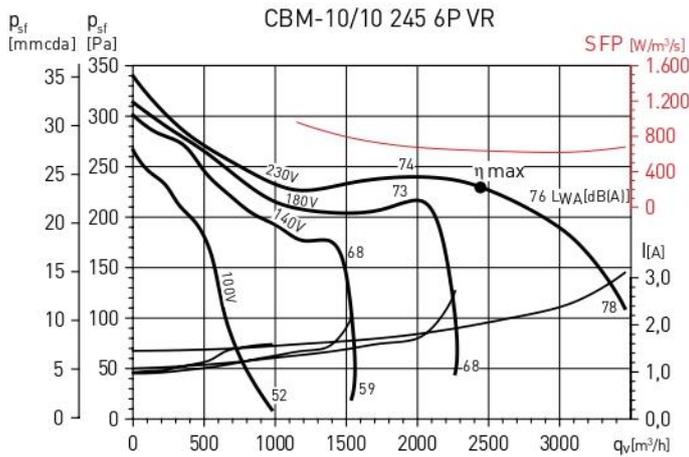
#### Pie soporte



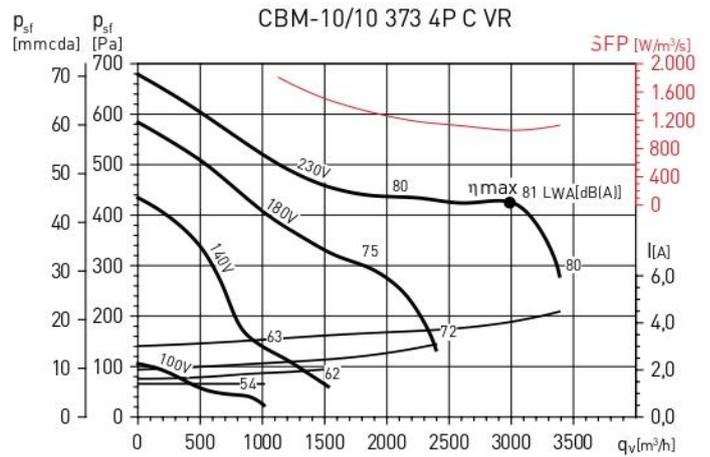
Modelo	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
7/	254	47	26	227	13,5	12,5	16	10,5	15	195	15	12
9/	325	102	26	297	13,5	12,5	16	10,5	-	-	35,7	10,5
10/	363	102	26	339	13,5	12,5	16	10,5	37,5	263,5	62	12
12/	434	144	26	407	13,5	12,5	16	10,5	48	333,5	25,5	12

Para los modelos RE ver la página de dimensiones de los pies soporte de la Serie CBM-RE.

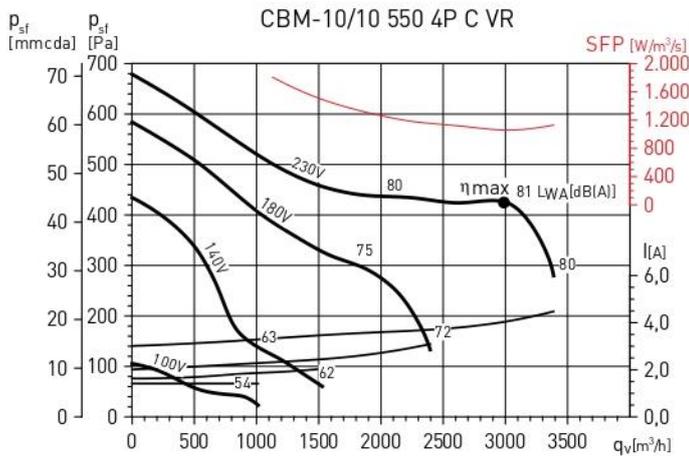
### CURVAS CARACTERÍSTICAS - Motor monofásico



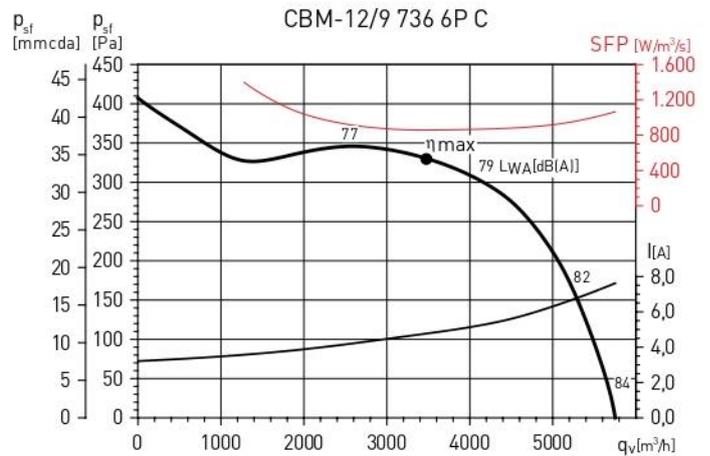
MC*	EC*	VSD*	SR*	η[%]*	N*	[kW]	[m³/h]	[Pa]	[RPM]
B	Total	No	1	40,6	49,2	0,430	2.439	257	924



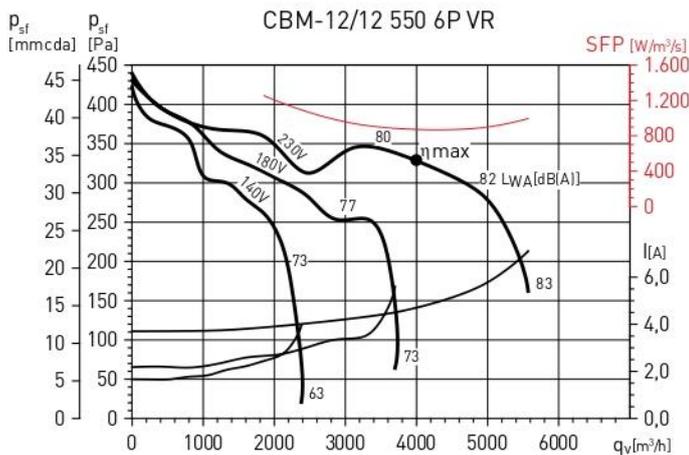
MC*	EC*	VSD*	SR*	η[%]*	N*	[kW]	[m³/h]	[Pa]	[RPM]
B	Total	No	1	43,7	50,4	0,881	2.993	471	1282



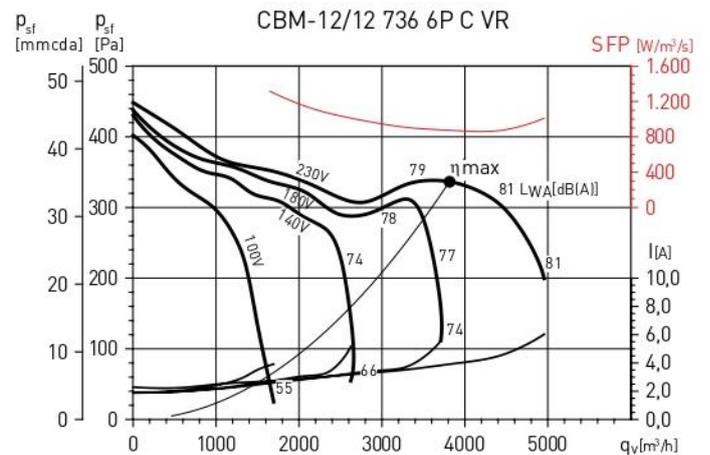
MC*	EC*	VSD*	SR*	η[%]*	N*	[kW]	[m³/h]	[Pa]	[RPM]
B	Total	No	1	43,7	50,4	0,881	2.993	471	1282



MC*	EC*	VSD*	SR*	η[%]*	N*	[kW]	[m³/h]	[Pa]	[RPM]
B	Total	No	1	44,5	51,3	0,830	3.485	382	941



MC*	EC*	VSD*	SR*	η[%]*	N*	[kW]	[m³/h]	[Pa]	[RPM]
B	Total	No	1	42,8	49,2	0,962	3.996	371	904



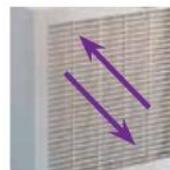
MC*	EC*	VSD*	SR*	η[%]*	N*	[kW]	[m³/h]	[Pa]	[RPM]
B	Total	No	1	42,7	49,2	0,926	3.817	374	926

Ventiladores helicoidales para instalar en cristal o pared, con carcasa de plástico ABS, persiana incorporada, motor 230V-50Hz, IPX4, Clase II. Gama compuesta por 3 diámetros: 150, 230 y 300 mm., con diferentes opciones de funcionamiento según las necesidades de la instalación.



**Persiana automática**

Evita fugas de calefacción y la entrada de aire del exterior.



**Reversible**

Extracción o impulsión.



**Ventilación natural**

Con persiana abierta y ventilador cerrado.

**DISEÑO ELEGANTE ADAPTABLE A CUALQUIER AMBIENTE**



VERSIONES HV-RC



**Modelos accionados por mando a distancia por radiocontrol**

Posiciones de funcionamiento:

- HV-230 RC:** 5 Posiciones: Paro - Persiana cerrada
- HV-300 RC:** 5 Posiciones: Paro - Persiana abierta
- Marcha rápida como extractor
- Marcha lenta como extractor
- Marcha rápida como impulsor

VERSIONES HVE



**Modelos con cajón para encastrar en muro**

Posiciones de funcionamiento:

- HVE-230 AE:** 3 Posiciones idénticas al HV-230 AE
- HVE-230 A:** 5 Posiciones idénticas al HV-230 A
- HVE-230 RC:** 5 Posiciones idénticas al HV-230 RC

**CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES DE LA GAMA STYLVENT**

Modelo	Versión encastrable	1 Velocidad	2 Velocidades	Reversible	Ventilación natural	Accionamiento por cadena	Accesorios eléctricos			Radio control
							REB-1R	CR-150	CR-300	
HV-150 M		•				•				
HV-230 M			•	•	•	•				
HV-300 M			•	•	•	•				
HV-150 AE		•								
HV-230 AE		•		•			•	•		
HV-300 AE		•		•			•	•		
HV-150 A		•			•			•		
HV-230 A			•	•	•				•	
HV-300 A			•	•	•				•	
HV-230 RC			•	•	•					•
HV-300 RC			•	•	•					•
HVE-230 AE	•	•		•			•			
HVE-230 A	•		•	•	•				•	
HVE-230 RC	•		•	•	•					•

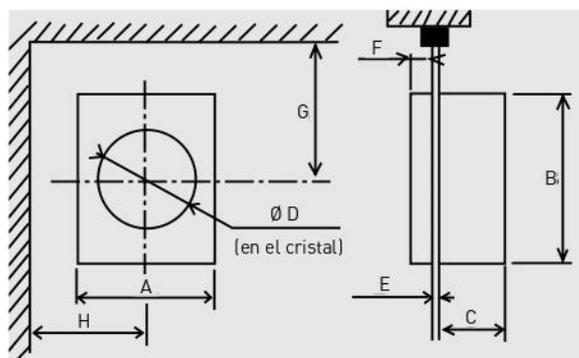
Temperatura ambiente máxima para todos los modelos: 45 °C.

Un solo mando a distancia puede controlar varios HV-EC. En esta situación, debe haber una distancia mínima entre los ventiladores de 1,5 metros.

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Modelo	Velocidad (r.p.m.)	Potencia absorbida (W)	Intensidad absorbida (A)	Caudales (m³/h)			Nivel presión sonora a 3 m (dB(A))		Peso (kg)
				Extracción		Impulsión	Velocidad rápida	Velocidad lenta	
				Velocidad rápida	Velocidad lenta				
HV-150 AE	2350	30	0,19	238	-	-	39	-	2,0
HV-150 M	2350	30	0,19	238	-	-	39	-	2,0
HV-150 A	2350	30	0,19	238	-	-	39	-	2,0
HV-230 AE	1140	28	0,11	489	430	296	40	39	3,5
HVE-230 AE	1140	28	0,11	489	430	296	40	39	3,5
HV-230 M	1140	28	0,11	489	430	296	40	39	3,5
HV-230 A	1140	28	0,11	489	430	296	40	39	3,5
HVE-230 A	1140	28	0,11	489	430	296	40	39	3,5
HV-230 RC	1140	28	0,11	489	430	296	40	39	3,5
HVE-230 RC	1140	28	0,11	489	430	296	40	39	3,5
HV-300 AE	1150	68	0,30	1100	-	700	46	-	5,1
HV-300 M	1150	68	0,30	1100	750	700	46	38	5,1
HV-300 A	1150	68	0,30	1100	750	700	46	38	5,1
HV-300 RC	1150	68	0,30	1100	750	700	46	38	5,1

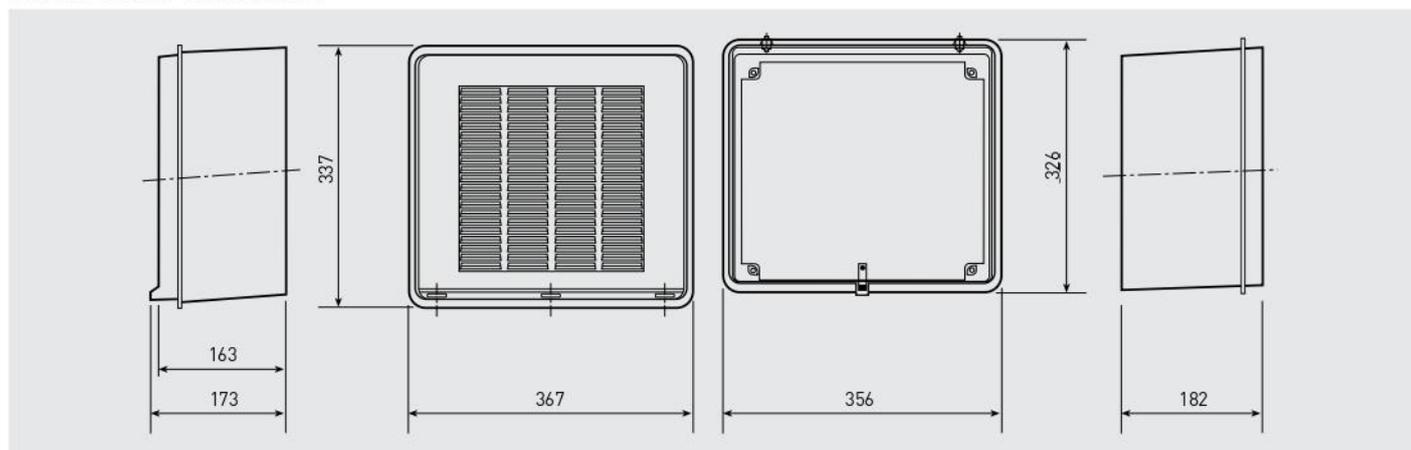
### DIMENSIONES (mm)



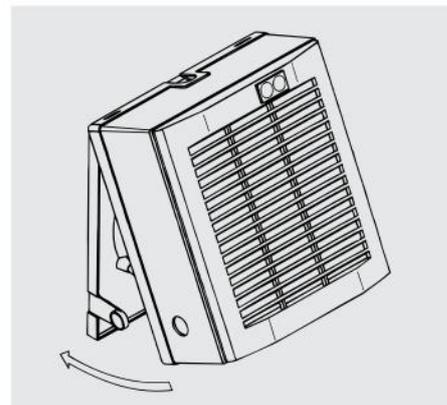
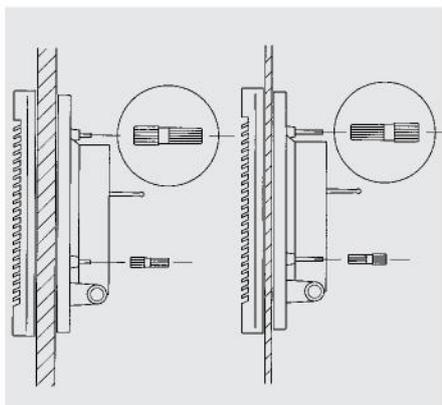
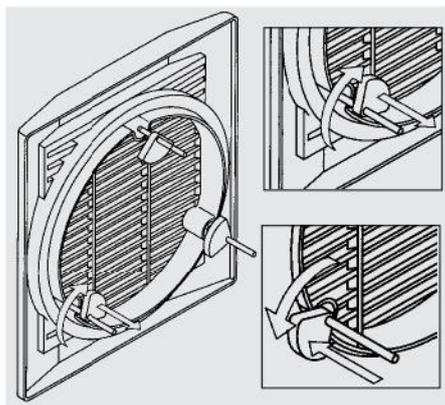
Modelo	A	B	C	ø D		E		F	G	H
				Mín.	Máx.	Mín.	Máx.			
HV-150	230	251	109	187	190	3	25	22	160	150
HV-230	300	325	142	259	262	3	25	22	200	185
HV-300	368	403	150	327	330	3	25	22	230	220

### DIMENSIONES (mm)

#### Versiones HVE, encastrables



**MONTAJE EN CRISTALES O PAREDES DE 3 A 25 MM DE ESPESOR**



**Un montaje en tres etapas, muy rápido y muy sencillo**

Los aparatos de la serie HV-STYLVENT han sido diseñados para que el instalador pueda montarlos rápidamente y sin ningún problema.

**Rejilla exterior**

Una vez en posición, la rejilla exterior queda sujeta por tres tacos de goma que permiten dejar libres las manos del instalador para seguir el montaje sin dificultad.

**Pletina**

Para montar fácilmente la pletina, los agujeros tienen una entrada cónica y los tornillos de fijación pueden orientarse en función del espesor del vidrio o tabique:

3 mm < espesor < 10 mm ←

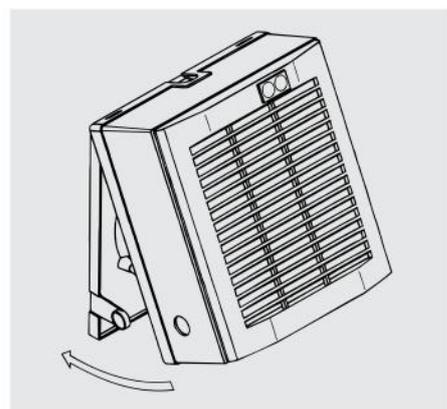
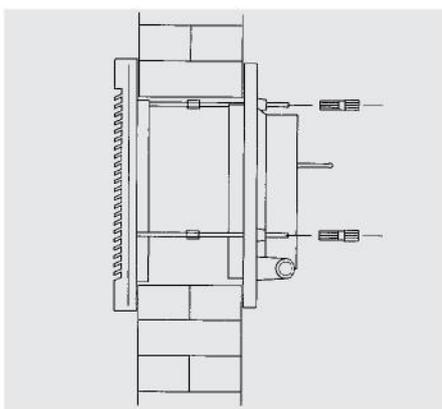
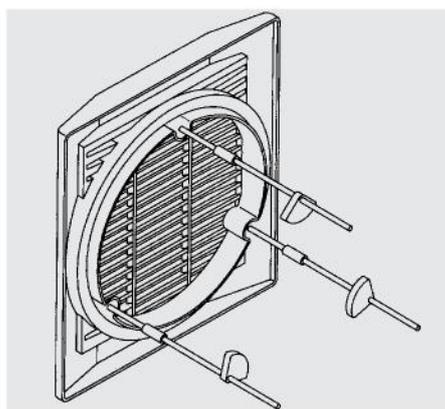
10 mm < espesor < 25 mm ←

**Carátula interior**

Para finalizar el montaje deben introducirse las dos pestañas de retención situadas en la parte superior de la pletina en las aberturas rectangulares de la carátula y bajar ésta hasta que dichas pestañas de retención estén bien colocadas.

Un movimiento rápido y sencillo...

**MONTAJE EN PAREDES DE 25 HASTA 300 MM DE ESPESOR**



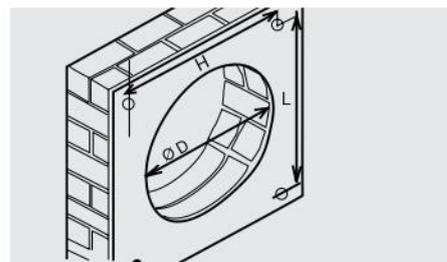
**Para el montaje en pared se tiene que prever unos espárragos (ver accesorios de montaje)**

Antes de montar el aparato debe medirse el espesor de la pared y recortar los espárragos, si es necesario, para que tengan una longitud igual a dicho espesor menos 5 mm.

El agujero en la pared debe tener las dimensiones indicadas en la tabla y un acabado interior lo más liso posible.

Desde el interior, utilizar la pletina para marcar los agujeros de fijación a la pared.

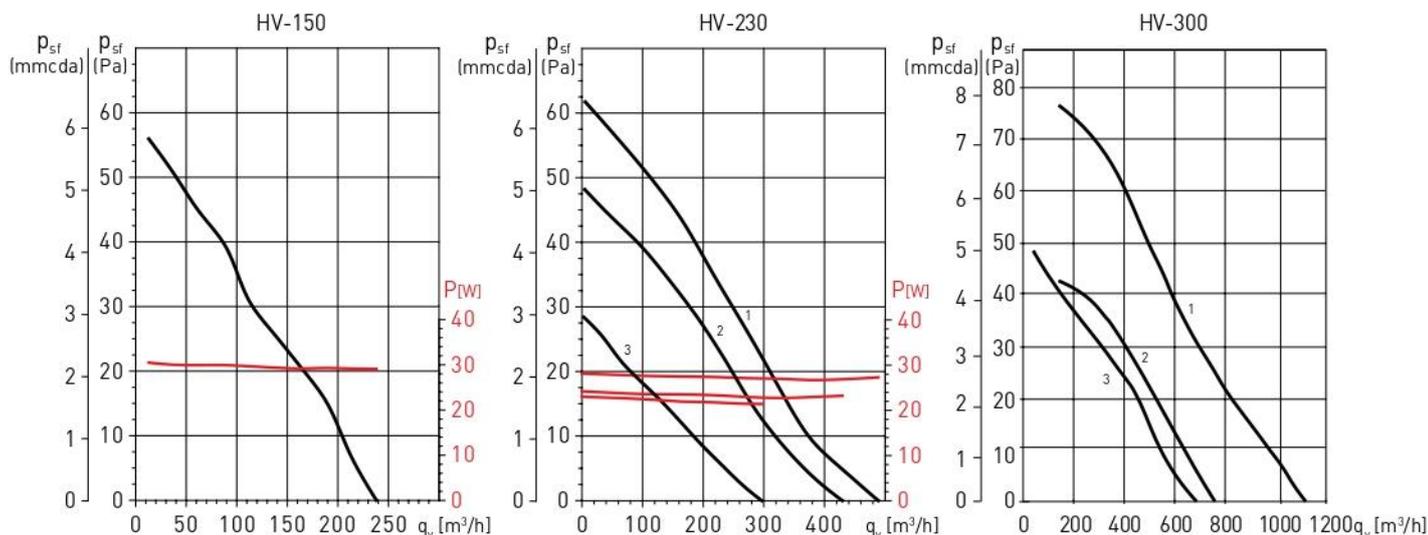
Los espárragos se atornillan a los tornillos de la rejilla exterior mediante los manguitos roscados y el conjunto se monta desde fuera. En este montaje, los tacos de goma también sirven para mantener la rejilla exterior en posición y así facilitar el trabajo del montador. Después, el proceso sigue como en el montaje en cristal, excepto en el caso de la pletina, que debe fijarse a la pared por medio de 2 ó 4 tornillos (modelos HV-150 y modelos HV-230 y HV-300 respectivamente).



Modelo	Ø D		H*	L*
	Mín.	Máx.		
HV-150	187	190	117	121
HV-230	259	262	152	185
HV-300	327	330	322,5	357,3

\* Para el modelo HV-150 solamente son dos agujeros en diagonal: el superior izquierdo y el inferior derecho.

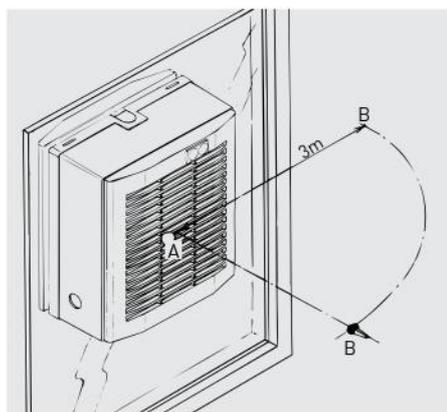
**CURVAS CARACTERÍSTICAS**



- 1- Extracción velocidad rápida
- 2- Extracción velocidad lenta
- 3- Impulsión

- $q_v$  = Caudal en  $m^3/h$ .
- $p_{sf}$  = Presión estática en mmcda y Pa.
- Aire seco normal a  $20^\circ C$  y 760 mmHg.
- Ensayos realizados de acuerdo a Norma ISO 5801 y AMCA 210-99.

**CARACTERÍSTICAS ACÚSTICAS**



Los valores dados en la tabla de características técnicas, son niveles de presión sonora medidos a 3 metros (punto B) en dB(A) y aparato montado. A continuación se indican las correcciones para determinar los espectros de potencia sonora -LWS- en la aspiración (punto A) y la descarga, en velocidad rápida (en Hz).

Aspiración							
Lw(A)	125	250	500	1000	2000	4000	8000
HV-150	+5,5	+12	+16	+14	+13	+7	+4,5
HV-230	+10,5	+10,5	+13,5	+16,5	+13,5	+5	+0,5
HV-300	+8,5	+8,5	+14	+16,5	+13	+6	-0,5

Descarga							
Lw(A)	125	250	500	1000	2000	4000	8000
HV-150	+6,5	+10,5	+18,5	+16,5	+14,5	+8	+4,5
HV-230	+9	+11	+16,5	+18	+15	+6,5	+0,5
HV-300	+7	+11,5	+17	+19	+15	+6,5	0

ACCESORIOS



**CR-150**

Control remoto para los HV-150A  
Se compone de:  
- Un interruptor paro-marcha para el ventilador (★-☒)  
- Un conmutador para la abertura y cierre de la persiana (ON-OFF).  
- Un solo CR-150 puede controlar 5 HV-150.



**CR-300**

Control remoto para los HV-230A, HV-300A y HVE-230A  
Se compone de:  
- Un selector para las diferentes marchas del ventilador (0, ●, ●, ●, ●)  
- Un conmutador que selecciona el sentido del aire (☐, ☐).  
- Un solo CR-300 puede controlar 5 HV-230 ó 300.



**REB-1R**

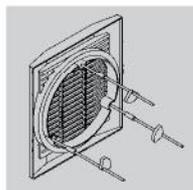
Regulador electrónico de velocidad. Incluye conmutador para invertir el sentido de giro del ventilador. Aplicable ÚNICAMENTE para los modelos HV-230-AE, HV-300-AE y HVE-230-AE.



**Cable eléctrico**

Cable eléctrico de 7 hilos que permite conectar los ventiladores HV-230A y HV-300A a la caja remota CR-300 (en rollos de 10 metros).

Modelo	Red eléctrica		Índice de protección	Potencia (VA)	Intensidad máxima (A)	Aislamiento	Temperatura utilización	Dimensiones (mm)		
	Frecuencia (Hz)	Tensión (V)						L	A	H
REB-1R	50	220-240	IP40	400	1	Clase II	0-40°C	160	58	88
Control Remoto CR-150								88	47	88
Control Remoto CR-300								158	57	88



**Espárragos para montaje mural**

Juego de espárragos y manguitos roscados que permiten montar los HV en paredes de 25 a 300 mm de espesor.

## FICHA TECNICA EXTINTORES DE ESPUMA

### CARACTERÍSTICAS TECNICAS



**BOTELLA:** De acero de alta calidad DC04 EN 10130:2006 conformada por embutición profunda, soldadura MIG , casquillo roscado soldado y, presilla soldada por puntos. Fondo con tetones. En el 100 % de botellas ha sido probada su estanqueidad y ausencia de fugas.

**VÁLVULA:** Válvula de latón estampado, con manetas de accionamiento, anilla de seguridad y precinto, y manómetro desmontable para verificación interior de presión.

**DIFUSOR Y MANGUERA:** Los modelos de 6 Lt y 9 Lt incorporan una manguera que a 20 °C tiene una presión de rotura  $\geq 45$  bar.

**TUBO SONDA:** El tubo sonda incorpora un filtro para evitar la entrada de posibles impurezas.

**ACABADO INTERIOR Y EXTERIOR:** Superficies limpias de aceite y Pintura exterior poliéster, rojo RAL 3000. Camisa interior plástica de espesor mayor a 3 mm para evitar la corrosión.

**AGENTE EXTINTOR:** Agua + Aditivos ( dosificación % conforme a modelo ).

**GAS PROPULSOR Y PRESIÓN DE SERVICIO.** Nitrógeno seco pureza  $\geq 99$  %  
 $P_s(20\text{ }^\circ\text{C}) = 14$  bar.  $P_{s\text{max.}}$   
 $= 16$  bar

**SOPORTES:** Tipo mural zincado, soporte transporte zincado o armario pintado en rojo epoxi.

**TEMPERATURA DE UTILIZACIÓN:** Desde +5 °C hasta + 60 °C.

**HOMOLOGACIONES:** Certificado de producto por Bureau Veritas Certificación acorde a normas UNE-EN 3-7:2004/A1:2008 y UNE-EN 3-10:2010. Certificado de marcado CE por Bureau Veritas conformen a la Directiva 2014/68/UE.

#### PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE LA ESPUMA:

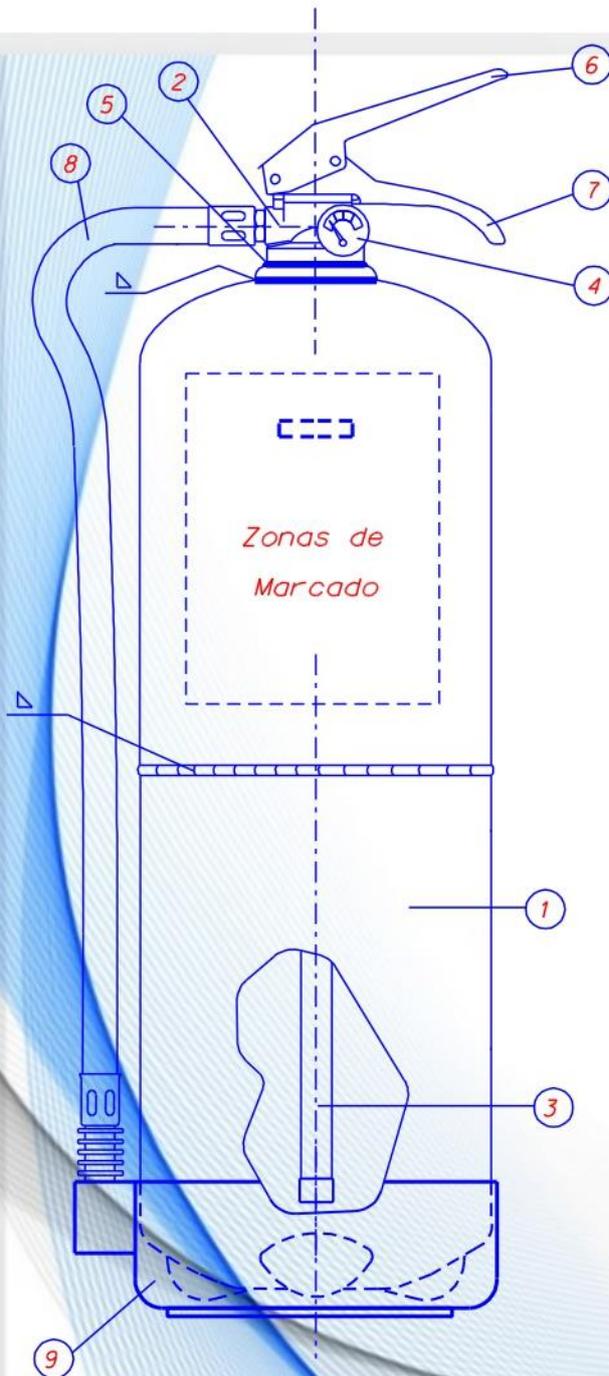
La espuma física que proyecta el extintor es de baja expansión y ecológica, dado que sus componentes son biodegradables.

Su naturaleza le concede unas buenas condiciones para cubrir las llamas, y se puede utilizar en presencia de corriente eléctrica hasta 35.000 voltios aplicándola a una distancia superior a 1 metro por ser dieléctrico.

**MECANISMO DE LA EXTINCIÓN:** La espuma crea una película que sofoca el fuego evitando su reignición incluso en el caso de rotura de la capa espuma ( resistencia al retrocedimiento ), aportando además un efecto refrigerante sobre las brasas y una gran fluidez.

**USO:** La espuma basada en la mezcla de agua + AFFF ( espumas fluorquímicas ) es apta para los fuegos A (sólidos) B(líquidos) y F (aceites de cocinas) por lo tanto es muy eficaz para aquellos fuegos complejos en los que intervienen simultáneamente distintas de categorías de combustibles. Es especialmente adecuado en los fuegos de líquidos ( hidrocarburos, disolventes, etc ) y, un sustituto aceptable en los fuegos A frente a los extintores de polvo ABC. Es compatible y complementario con los polvos ABC y no es apto para fuegos de metales (clase D). Una gran ventaja de utilizarlo en lugares públicos es que no dificulta la visión ni la respiración y, previene situaciones de pánico de las personas presentes en la extinción del fuego, además su limpieza es muy sencilla.

**APLICACIONES:** En Edificación, en Industrias, en Automoción, actividades Comerciales, Uso domestico, y en extinción de Cocinas, entre otros.



**ESPECIFICACIONES TECNICAS:**

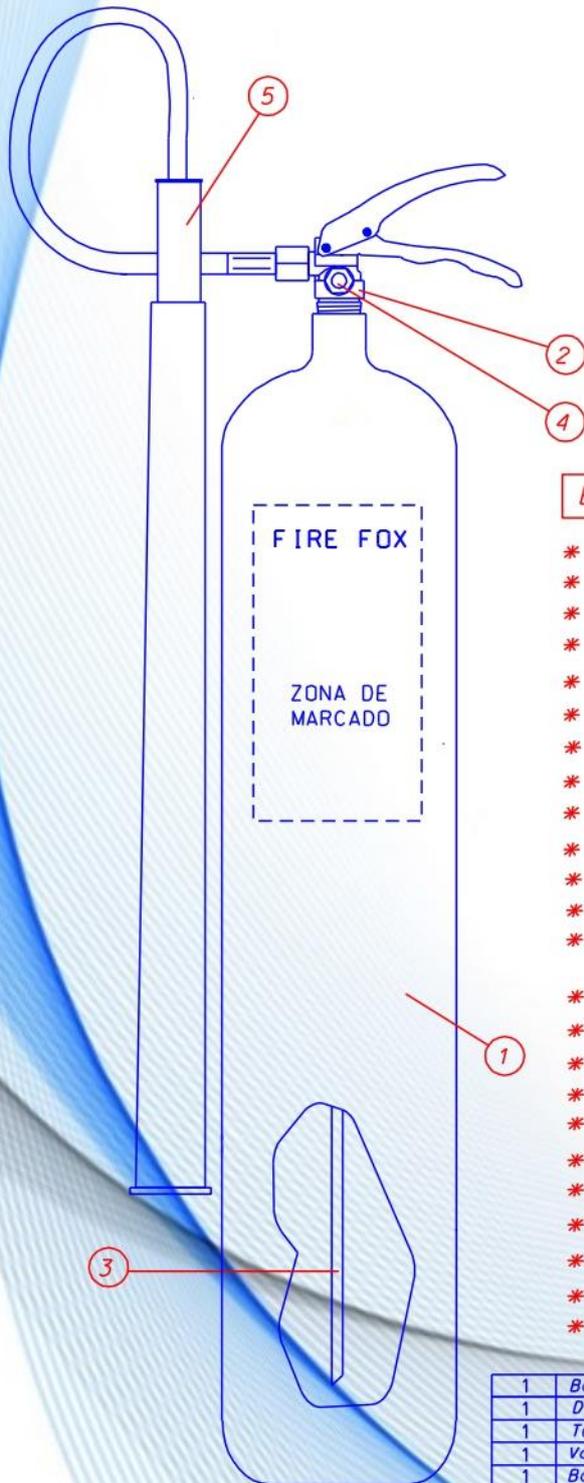
- \* PRESION DE DISEÑO 15 BAR
- \* PRESION DE RETIMBRE 25 BAR
- \* GAS PROPULSOR: NITROGENO SECO: 15 gr +/- 15 %
- \* AGENTE EXTINTOR: AGUA + ADITIVOS
- \* CONTENIDO AGENTE EXTINTOR: 6 LT - 5 %
- \* TEMPERATURA MAXIMA DE SERVICIO: + 60 °C
- \* TEMPERATURA MINIMA DE SERVICIO: + 5 °C
- \* RECIPIENTE PINTADO EN COLOR ROJO RAL 3000 ( 40 Micras minimo )
- \* APTO HASTA TENSION ELECTRICA DE 35.000 Voltios DISTANCIA DE APLICACION SUPERIOR A 1 METRO
- \* EL EXTINTOR DE 6 LT DE AGUA + AFFF (1%) ES COMPATIBLE CON LOS EXTINTORES DE POLVO ABC
- \* LONGITUD TOTAL DE LA MANGUERA > 400 MM
- \* NO APTO PARA FUEGOS DE GASES ( TIPO C )
- \* EFICACIA: 13A 144B
- \* ESPESOR MINIMO PARED: 1,30 MM
- \* ALTURA DE LA BOTELLA: 457 MM
- \* ALTURA DEL EXTINTOR: 575 MM
- \* DIAMETRO DE LA BOTELLA: 150 MM
- \* PESO MEDIO TOTAL EXTINTOR: 9,6 Kg +/- 5% SIN INCLUIR LA MANGUERA
- \* VOLUMEN RECIPIENTE: 7,40 dm3 +/- 5 %

1	Base	9	Polipropileno	—	—
1	Manguera con difusor	8	PVC y Poliamida	—	—
1	Maneta inferior	7	Chapa pintada en negro	—	—
1	Maneta superior	6	Chapa pintada en negro	—	—
1	Junta de estanqueidad	5	Hytrel / Comercial	—	—
1	Manometro	4	Latón / Comercial	—	—
1	Tubo sonda con filtro	3	PVC	—	—
1	Valvula de accionamiento	2	Latón	—	—
1	Recipiente ensamblado	1	DC04 EN 10130:2006	—	—
Uds.	Denominacion	Marca	Material	Ref.	Peso

**FIRE FOX, s. l.**

**Proyecto:** ACTUALIZACION DE DOCUMENTOS TECNICOS EN LA WEB

<b>Plano:</b>		<b>Escala:</b>	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL
CONJUNTO EXTINTOR 6 LT Modelo: PG-6 AB NP L1-F		S/E	
<b>Diseñado y Comprobado</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Rev.</b>	<b>Plano n°:</b>
Pascual Barrancos	OCT 19	5	6LT-KON
			PASCUAL BARRANCOS



### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

- \* BOTELLA DE ACERO 34CrMo4 BONIFICADO
- \* CODIGO DE DISEÑO: EN 1964:1999
- \* BOTELLA MARCADO CE 0036
- \* VALVULA MARCADO CE 0036
- \* PRESION DE DISEÑO 174 BAR
- \* PRESION DE PRUEBA 250 BAR
- \* PRESION DE ROTURA 400 BAR
- \* VOLUMEN DEL RECIPIENTE: 7,5 Lt
- \* ALTURA DEL RECIPIENTE: 655<sup>±5</sup> MM
- \* DIAMETRO DEL RECIPIENTE: 136<sup>±1.5</sup> MM
- \* ESPESOR NOMINAL ≥ 2.6-5.6 MM
- \* TARA DE LA BOTELLA: Grabada en la Djiva
- \* PESO MEDIO TOTAL EXTINTOR MONTADO: 12.95 Kg +/-5 % SIN INCLUIR MANGUERA
- \* PRESION DE TARADO DISCO SEGURIDAD: 190 BAR ±10%
- \* CARGA DE AGENTE EXTINTOR: 5 KG CO2 (+0%,-5%)
- \* DENSIDAD DE LLENADO: 0.67 Kg/l
- \* TEMPERATURA MAXIMA DE SERVICIO: + 60 °C
- \* TEMPERATURA MINIMA DE SERVICIO: - 30 °C
- \* EFICACIA EXTINTORA: 89 B
- \* APTO HASTA TENSION ELECTRICA DE 35.000 Voltios
- \* NO APTO PARA HOGARES TIPO D (FUEGOS DE METALES)
- \* NO EXPONER A UNA FUENTE DE CALOR
- \* NO COLOCAR LA BASE DEL EXTINTOR SOBRE EL SUELO
- \* RECIPIENTE PINTADO EN ROJO RAL 3000 (min. 40 micras)

1	Bocina Manguera	5	Polipropileno	—	—
1	Disco de seguridad	4	Acero/Laton	—	—
1	Tubo sonda	3	Aluminio 6061	—	—
1	Valvula de accionamiento	2	Laton	—	—
1	Botella	1	Acero EN 1964-1:1999	—	—
Uds.	Denominacion	Marca	Material	Ref.	Peso

**FIRE FOX, S.L.**

**Proyecto:**

ACTUALIZACION DE DOCUMENTOS TECNICOS EN LA WEB

**Plano:**

**CONJUNTO EXTINTOR 5 KG CO2**

Modelo: FF-5KG-CO2

**Escala:**

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL

S/E

Diseñado y Comprobado

Fecha:

Rev.

Plano n°:

Pascual Barrancos

OCT 19

2

5KG-CO2

PASCUAL BARRANCOS

# Ficha técnica

## HYDRA LD N3

Códigos: HYA1100000



Hydra LD

### Descripción:

Cuerpo rectangular con aristas pronunciadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor en idéntico material. Consta de una lámpara LED que se ilumina si falla el suministro de red.

### Características:

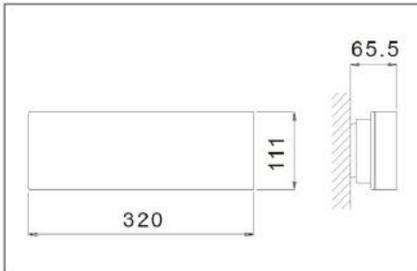
Formato: Hydra  
 Funcionamiento: No permanente LED  
 Autonomía (h): 1  
 Lámpara en emergencia: ILMLED  
 Piloto testigo de carga: LED  
 Grado de protección: IP42 IK04  
 Aislamiento eléctrico: Clase II  
 Dispositivo verificación: No  
 Conexión telemando: Si  
 Tipo batería: NiCd

### Acabados:

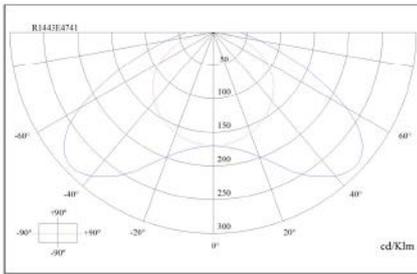
Tensión de alimentación: 220-230V 50/60Hz

### Fotometría:

Flujo luminoso en emergencia (lm):160



Hydra



\*\*Daisalux se reserva el derecho a cambiar, actualizar o eliminar la información contenida en este documento sin previo aviso.  
 Los acabados seleccionados pueden no coincidir con las imágenes mostradas.

Utilizamos cookies propias y de Google Analytics para mejorar su experiencia y nuestros servicios de forma anónima. Hay cookies necesarias para el funcionamiento de la página y sin ellas la página no funcionara correctamente, como por ejemplo la identificación de sesión para establecer la comunicación con el usuario. El resto de cookies podrá aceptar o rechazar. Si quiere restablecer la política de cookies con nosotros solo tiene que borrar las cookies de Daisalux de tu navegador. [Política de Cookies](#)



# INSTALACIÓN ELÉCTRICA, CONTRA INCENDIOS Y DE VENTILACIÓN DE UN GIMNASIO

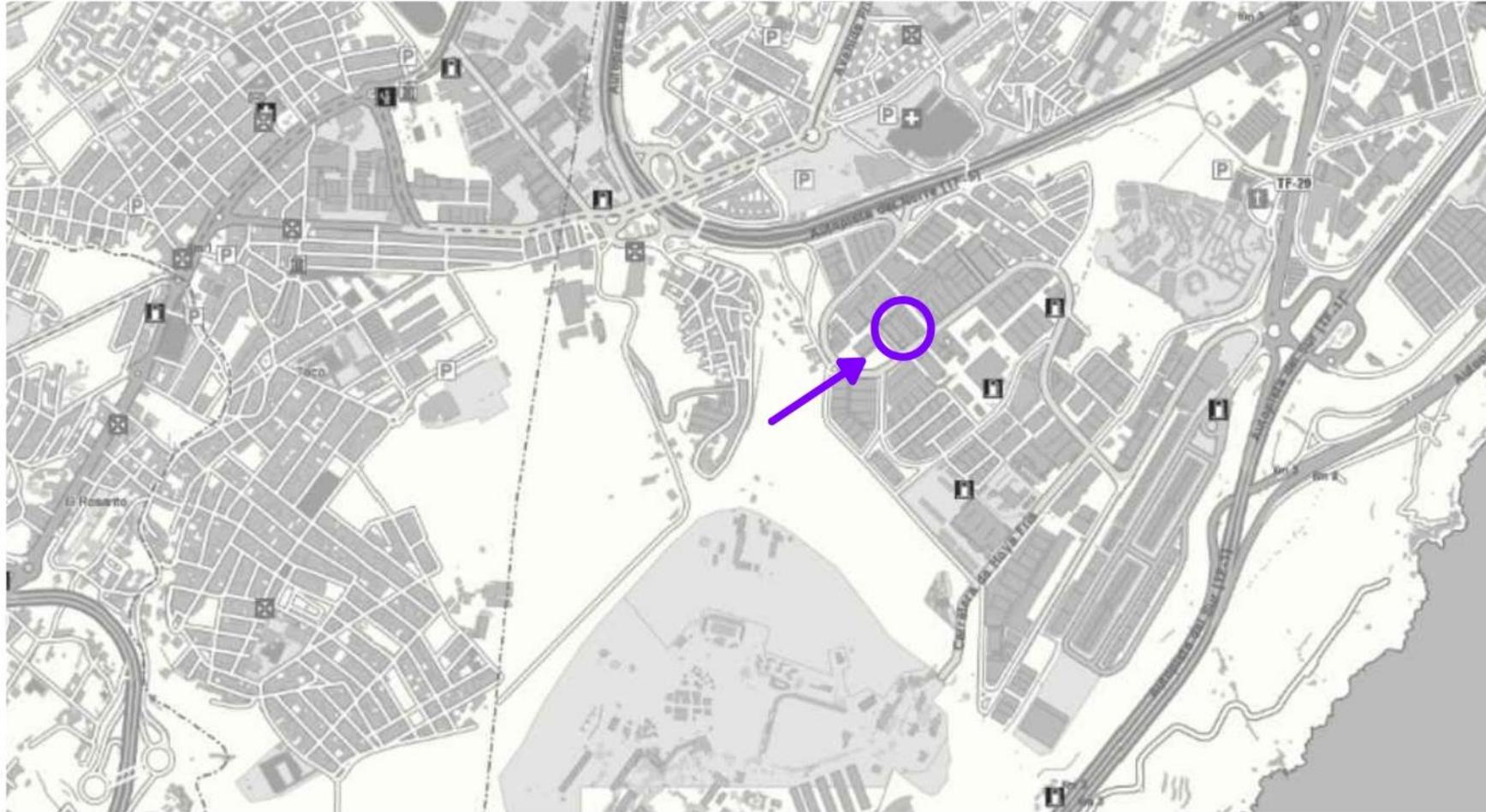
---

Trabajo de Fin de Grado

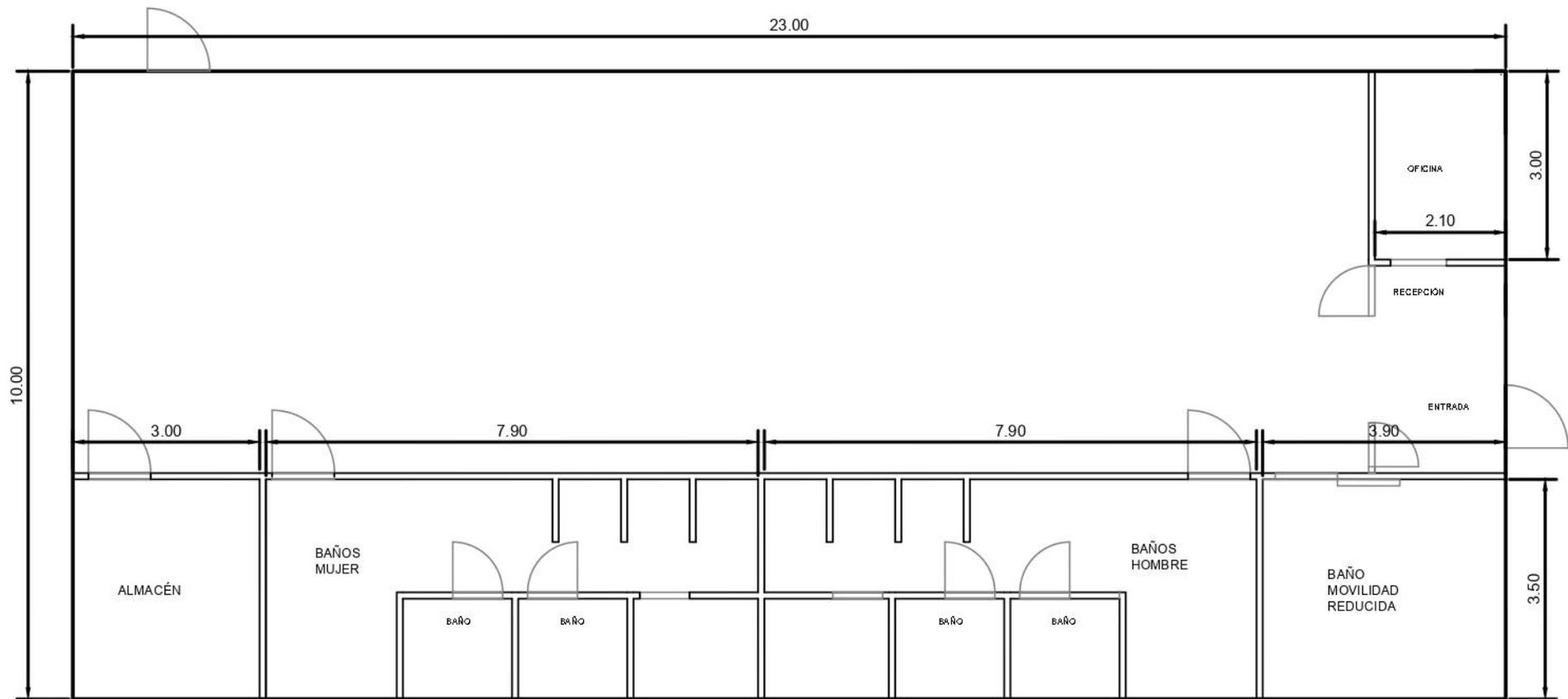
# PLANOS

## ÍNDICE Planos

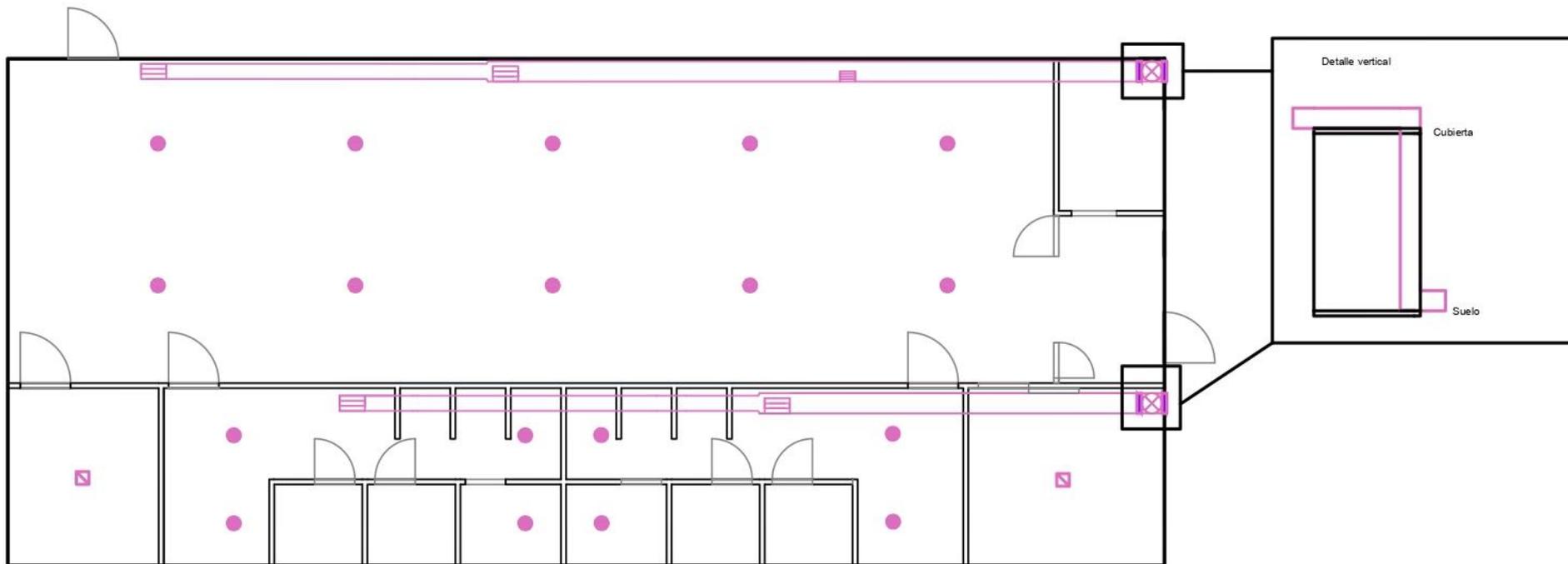
1. Plano Situación.....	192
2. Plano Distribución.....	193
3. Plano Ventilación.....	194
4. Plano Emergencias.....	195
5. Plano Circuito Iluminación.....	196
6. Plano Circuitos Fuerza.....	197
7. Plano Unifilar Gimnasio.....	198
8. Salas DIALux.....	199



	Fecha	Nombre	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA (ESIT)
DIBUJADO	06/06/2023	Santiago Farías Peña	
COMPROBADO	06/06/2023	Santiago Farías Peña	
Escala: 1:16000	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, CONTRAINCENDIOS Y DE VENTILACIÓN DE UN GIMNASIO		Plano: Situación
			TRABAJO FIN DE GRADO

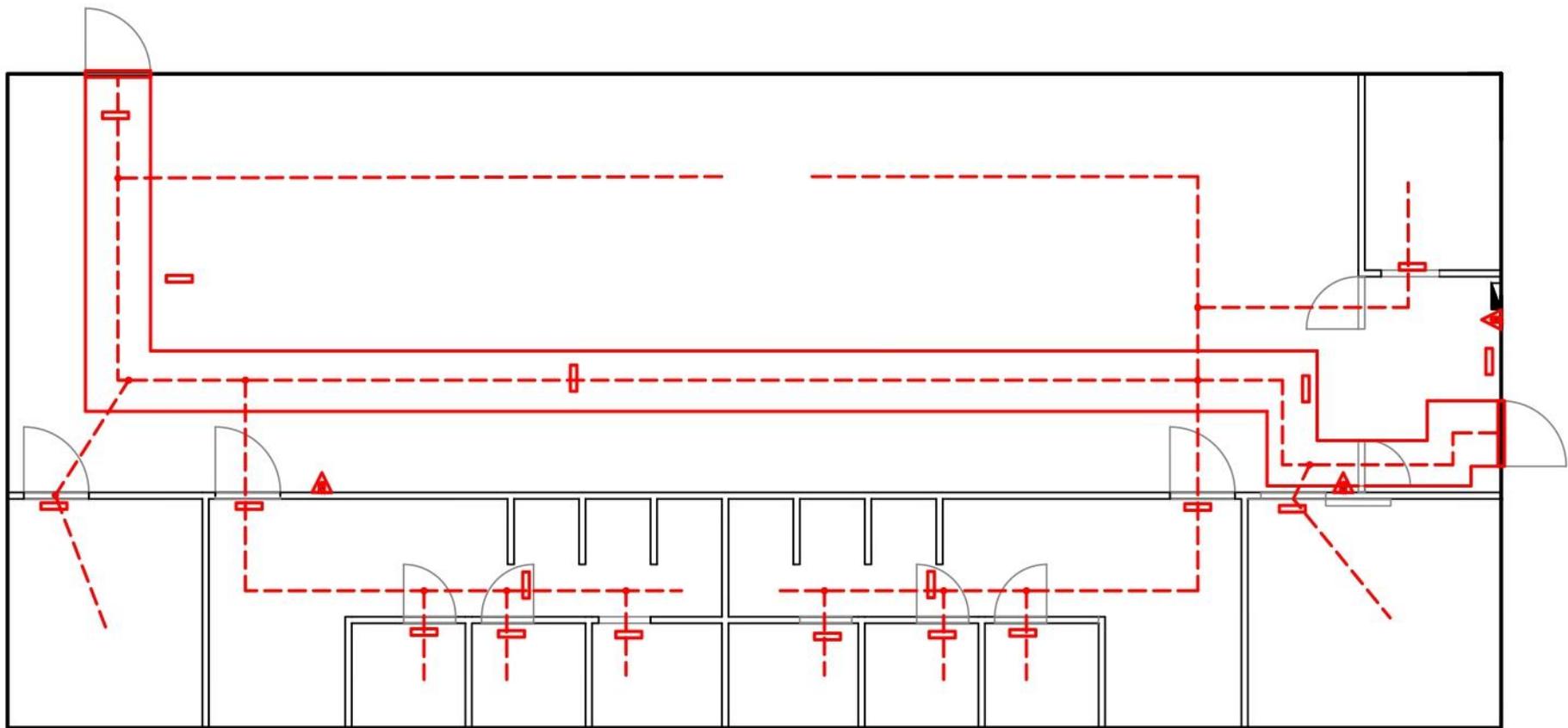


	Fecha	Nombre	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA (ESIT)
DIBUJADO	06/06/2023	Santiago Farías Peña	
COMPROBADO	06/06/2023	Santiago Farías Peña	
Escala: 1:100	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, CONTRAINCENDIOS Y DE VENTILACIÓN DE UN GIMNASIO		Plano Distribución
			TRABAJO FIN DE GRADO



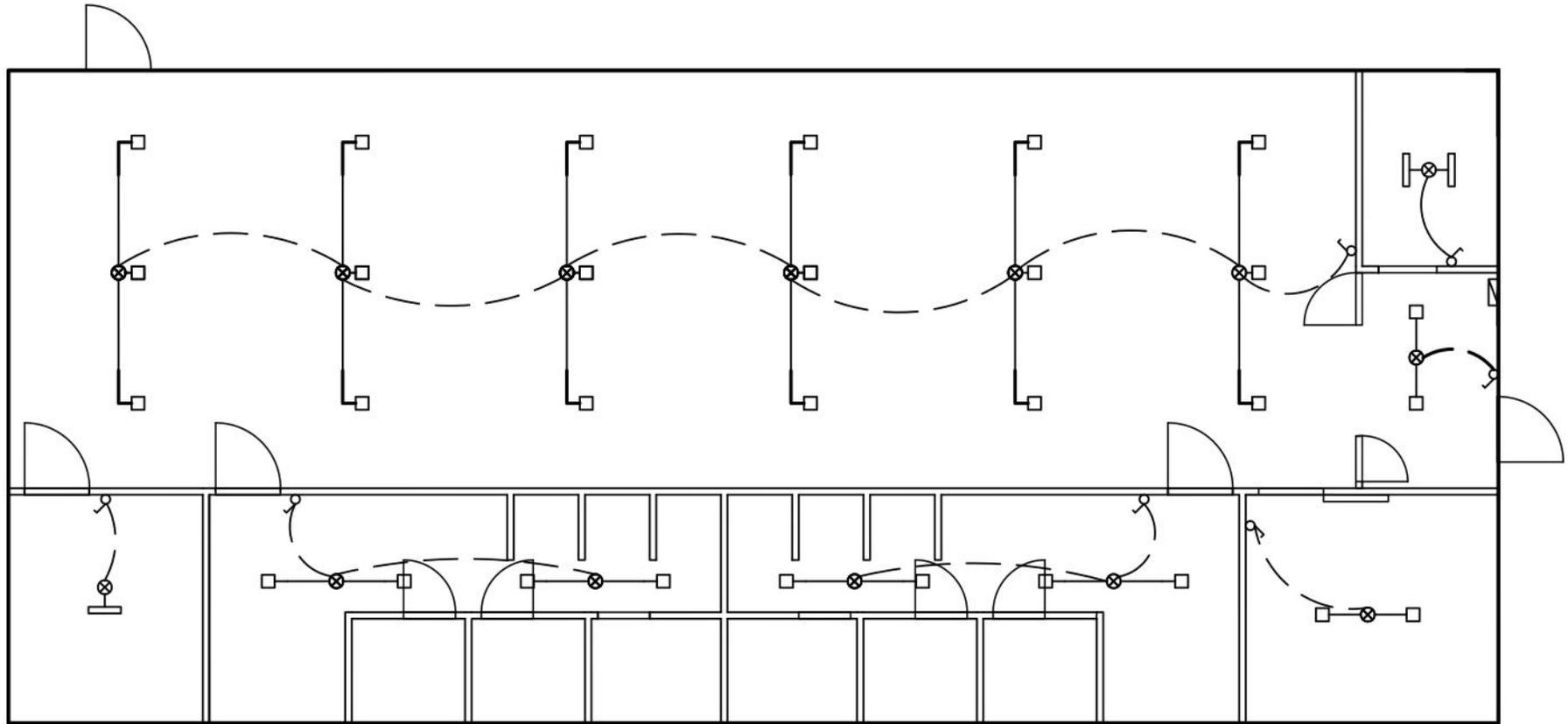
	Extractor de baño
	Rejilla de expulsión
	Rejilla
	Ventilador centrifugo
	Filtro

	Fecha	Nombre	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA (ESIT)
DIBUJADO	06/06/2023	Santiago Farías Peña	
COMPROBADO	06/06/2023	Santiago Farías Peña	
Escala: 1:125	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, CONTRAINCENDIOS Y DE VENTILACIÓN DE UN GIMNASIO		Plano: Ventilación
			TRABAJO FIN DE GRADO



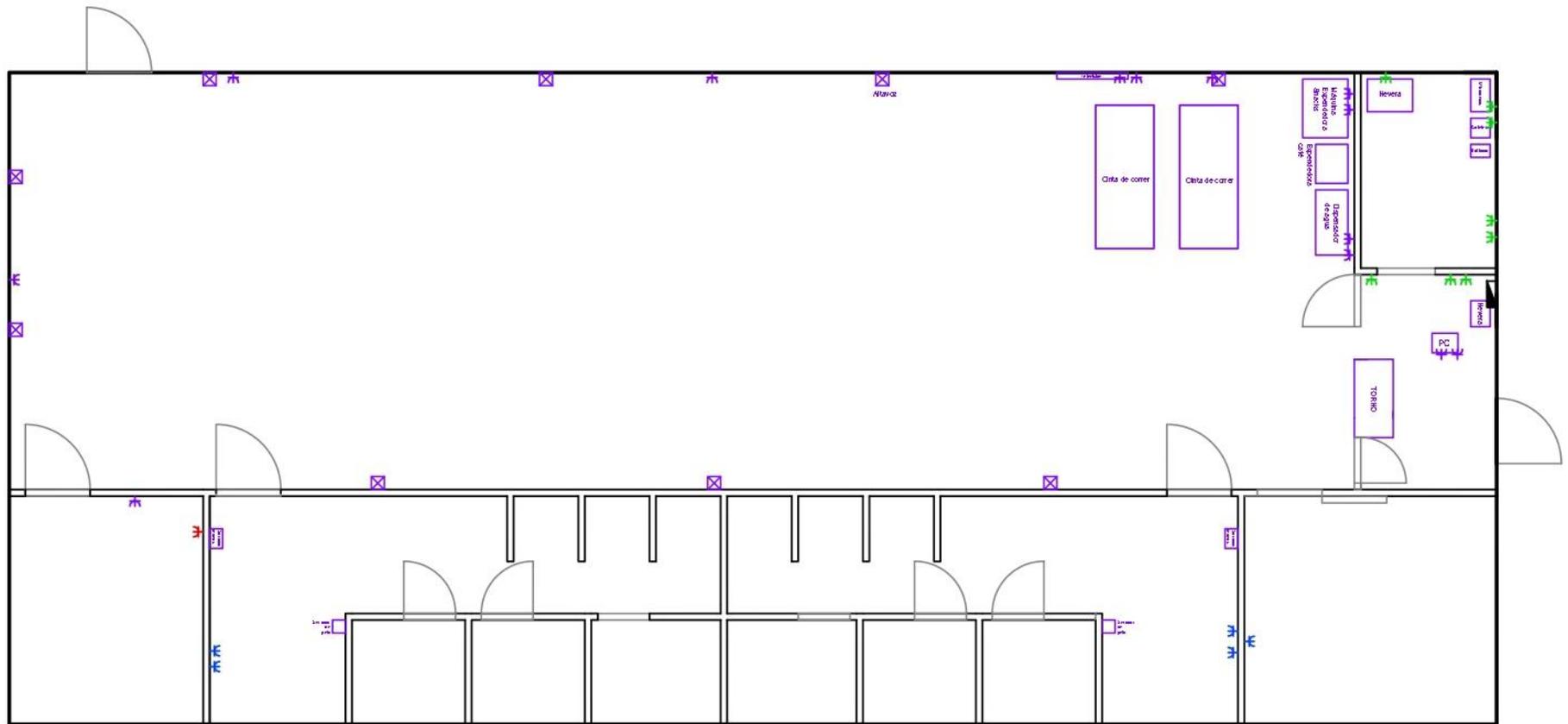
	Recorrido de evacuación
	Vía de evacuación
	Luminaria de emergencia
	Extintor de dióxido de carbono (CO2)
	Extintor de agua y aditivos (H2O)
	Puerta evacuación en caso de incendio
	Cuadro eléctrico

	Fecha	Nombre	
DIBUJADO	06/06/2023	Santiago Farías Peña	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA (ESIT)
COMPROBADO	06/06/2023	Santiago Farías Peña	
Escala: 1:100	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, CONTRAINCENDIOS Y DE VENTILACIÓN DE UN GIMNASIO		Plano: Emergencias
			TRABAJO FIN DE GRADO



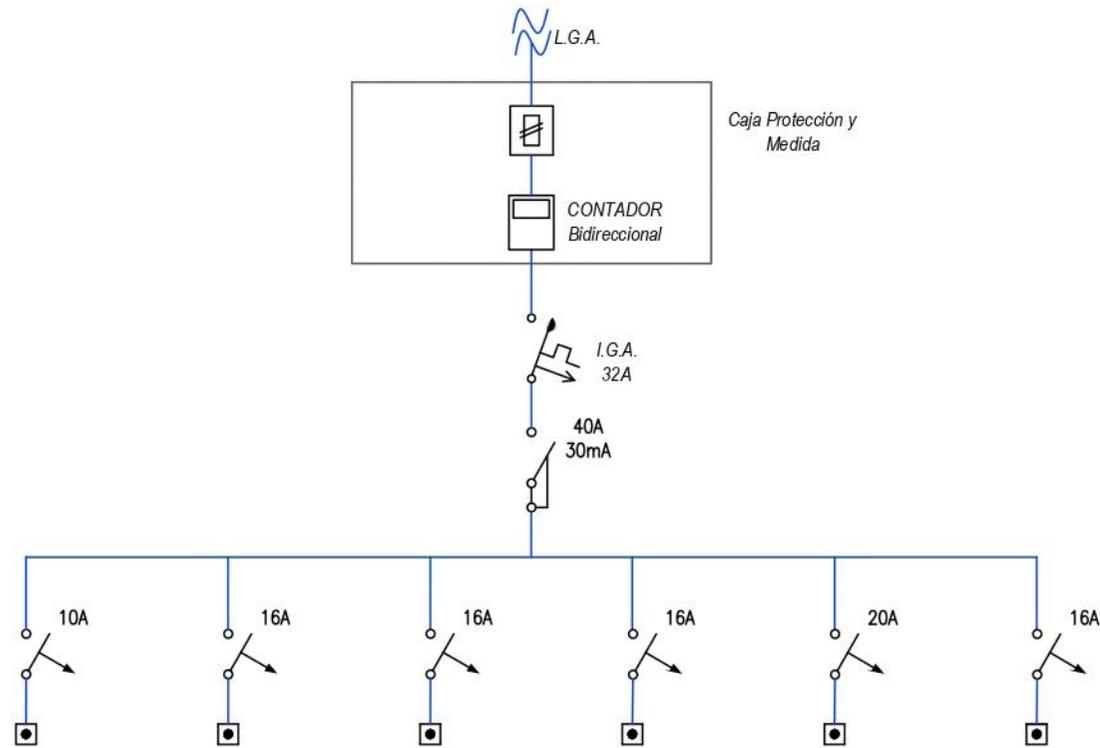
	Cuadro eléctrico
	Interruptor
	Punto de luz
	Luminaria cuadrada
	Luminaria regleta

	Fecha	Nombre	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA (ESIT)
DIBUJADO	06/06/2023	Santiago Farías Peña	
COMPROBADO	06/06/2023	Santiago Farías Peña	
Escala: 1:100	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, CONTRAINCENDIOS Y DE VENTILACIÓN DE UN GIMNASIO		Plano Circuitos: Iluminación
			TRABAJO FIN DE GRADO



Cuadro eléctrico	
	Toma de corriente circuito 2.1
	Toma de corriente circuito 2.2
	Toma de corriente circuito 4
	Toma de corriente circuito 5

	Fecha	Nombre	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA (ESIT)
DIBUJADO	06/06/2023	Santiago Farías Peña	
COMPROBADO	06/06/2023	Santiago Farías Peña	
Escala: 1:100	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, CONTRA INCENDIOS Y DE VENTILACIÓN DE UN GIMNASIO		Plano Circuitos: Fuerza
			TRABAJO FIN DE GRADO



LINEA	1	2	3	4	5	6
USOS	Alumbrado C1	Fuerza 1 C2.1.	Fuerza 2 C2.2.	Fuerza 3 C2.3.	Termo Eléctrico C4	Baño C5
POTENCIA (w)	545	3000	2260	746	3000	6900
SECCION (mm2)	1,5	2,5	2,5	2,5	4	2.5

	Fecha	Nombre	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA (ESIT)
DIBUJADO	06/06/2023	Santiago Farías Peña	
COMPROBADO	06/06/2023	Santiago Farías Peña	
Escala:	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, CONTRAINCENDIOS Y DE VENTILACIÓN DE UN GIMNASIO		Plano: Unifilar gimnasio
			TRABAJO FIN DE GRADO



	Fecha	Nombre	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA (ESIT)
DIBUJADO	06/06/2023	Santiago Farías Peña	
COMPROBADO	06/06/2023	Santiago Farías Peña	
Escala:	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, CONTRAINCENDIOS Y DE VENTILACIÓN DE UN GIMNASIO		Salas DIALux
			TRABAJO FIN DE GRADO



# INSTALACIÓN ELÉCTRICA, CONTRA INCENDIOS Y DE VENTILACIÓN DE UN GIMNASIO

---

Trabajo de Fin de Grado

# PLIEGO DE CONDICIONES

## ÍNDICE Pliego de condiciones

4.1. Definición y alcance del proyecto.....	206
4.2. Generalidades del Pliego de condiciones.....	206
4.2.1. Forma y dimensiones. ....	206
4.2.2. Condiciones generales que deben cumplir los materiales y unidades de obra.....	206
4.2.3. Documentos de obra.....	207
4.2.4. Legislación social. ....	207
4.2.5. Seguridad pública.....	207
4.3. Condiciones de índole legal. ....	207
4.3.1. Documentos del proyecto. ....	207
4.3.2. Plan de obra. ....	207
4.3.3. Planos. ....	208
4.3.4. Especificaciones.....	208
4.3.5. Objeto de los planos y especificaciones.....	208
4.3.6. Divergencias entre los planos y especificaciones.....	208
4.3.7. Errores en los planos y especificaciones. ....	208
4.3.8. Adecuación de planos y especificaciones.....	209
4.3.9. Instrucciones adicionales.....	209
4.3.10. Copias de los planos para realización de los trabajos.....	209
4.3.11. Propiedad de los planos y especificaciones.....	210
4.3.12. Contrato.....	210
4.3.13. Contratos separados. ....	210
4.3.14. Subcontratos.....	211
4.3.15. Adjudicación.....	211
4.3.16. Subastas y concursos. ....	211
4.3.17. Formalización del contrato.....	212
4.3.18. Responsabilidad del Contratista.....	212
4.3.19. Reconocimiento de obra con vicios ocultos.....	212
4.3.20. Trabajos durante una emergencia.....	213
4.3.21. Suspensión del trabajo por el propietario.....	213
4.3.22. Derecho del propietario a rescisión del contrato.....	213
4.3.23. Forma de rescisión del contrato por parte de la propiedad.....	213
4.3.24. Derecho del contratista para cancelar el contrato. ....	214
4.3.25. Causas de rescisión del contrato.....	214

4.3.26. Devolución de la fianza.....	215
4.3.27. Plazo de entrega de las obras.....	215
4.3.28. Daños a terceros.....	215
4.3.29. Policía de obra.....	215
4.3.30. Accidentes de trabajo.....	215
4.3.31. Régimen Jurídico.....	216
4.3.32. Seguridad social.....	216
4.3.33. Responsabilidad civil.....	217
4.3.34. Impuestos.....	217
4.3.35. Disposiciones legales y permisos.....	217
4.4. Condiciones de índole facultativas.....	218
4.4.1. Definiciones.....	218
4.4.2. Oficina de obra.....	220
4.4.3. Trabajos no estipulados en el pliego de condiciones generales.....	220
4.4.4. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.....	220
4.4.5. Reclamaciones contra las órdenes del Ingeniero Director.....	221
4.4.6. Recusación por el contratista de la Dirección Facultativa.....	221
4.4.7. Despidos por falta de subordinación, por incompetencia o por manifiesta mala fe.....	221
4.4.8. Comienzo de las obras, ritmo y ejecución de los trabajos.....	221
4.4.9. Orden de los trabajos.....	222
4.4.10. Libro de órdenes.....	222
4.4.11. Condiciones generales de ejecución de los trabajos.....	223
4.4.12. Ampliación del proyecto por causas imprevistas.....	223
4.4.13. Prórrogas por causas de fuerza mayor.....	223
4.4.14. Obras ocultas.....	224
4.4.15. Trabajos defectuosos.....	224
4.4.16. Modificación de trabajos defectuosos.....	224
4.4.17. Vicios ocultos.....	224
4.4.18. Materiales no utilizados.....	225
4.4.19. Materiales y equipos defectuosos.....	225
4.4.20. Medios auxiliares.....	225
4.4.21. Comprobaciones de las obras.....	226
4.4.22. Normas para las recepciones provisionales.....	226
4.4.23. Conservación de las obras recibidas provisionalmente.....	226

4.4.24. Medición definitiva de los trabajos.....	227
4.4.25. Recepción definitiva de las obras.....	227
4.4.26. Plazos de garantía. ....	228
4.5. Condiciones de índole económica.....	228
4.5.1. Base fundamental. ....	228
4.5.2. Garantía. ....	228
4.5.3. Fianza.....	229
4.5.4. Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza. ....	229
4.5.5. De su devolución en general. ....	229
4.5.6. De su devolución en caso de efectuarse recepciones parciales.....	229
4.5.7. Revisión de precios.....	230
4.5.8. Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas. ....	230
4.5.9. Descomposición de los precios unitarios. ....	230
4.5.10. Precios e importes de ejecución material.....	231
4.5.11. Precios e importes de ejecución por contrata. ....	232
4.5.12. Gastos generales y fiscales.....	232
4.5.13. Gastos imprevistos. ....	232
4.5.14. Beneficio industrial. ....	232
4.5.15. Honorarios de la dirección técnica y facultativa. ....	232
4.5.16. Gastos por cuenta del contratista.....	233
4.5.17. Precios contradictorios. ....	234
4.5.18. Mejoras de obras libremente ejecutadas. ....	234
4.5.19. Abono de las obras.....	234
4.5.20. Certificaciones. ....	235
4.5.21. Demora en los pagos.....	236
4.5.22. Penalización económica al contratista por el incumplimiento de compromisos. ....	236
4.5.23. Rescisión del contrato. ....	237
4.5.24. Seguro de las obras.....	237
4.5.25. Conservación de las obras. ....	238
4.6. Condiciones de índole técnica. ....	238
4.6.1. Instalación de contra incendio.....	238
4.6.2. Instalación de electricidad.....	240
4.6.3 Instalación de ventilación. ....	268
4.6.4. Pruebas de las instalaciones.....	271

4.6.5. Observaciones.....272

### Índice de tablas.

Tabla 1. Exigencias de calidad para canalizaciones superficiales.

Tabla 2. Exigencias de calidad para canalizaciones empotradas.

Tabla 3. Exigencias de calidad para canalizaciones enterradas.

Tabla 4. Exigencias de calidad para canalizaciones según dimensión del conductor.

Tabla 5. Exigencias de aislamiento para las instalaciones.

Tabla 6. Exigencias en la sección de los conductores enterrados.

Tabla 7. Exigencias en la sección de los conductores de protección.

## 4.1. Definición y alcance del proyecto.

El presente pliego de condiciones se refiere al Proyecto de instalación eléctrica, iluminación, contra incendio y evacuación de aire para gimnasio en nave industrial, situada en la provincia de Santa Cruz de Tenerife, en el municipio de Santa Cruz, más concretamente en el Polígono Industrial del Mayorazgo. C/ Subida el Mayorazgo 20c. Código Postal: 38110.

## 4.2. Generalidades del Pliego de condiciones.

El presente Pliego General de Condiciones se extiende a todas las Obras que integran el Proyecto en el que se incluye, así como aquellas obras que estime convenientes de su realización la Dirección Facultativo del mismo.

El contratista se atenderá en todo momento a lo expuesto en el mismo en cuanto a la calidad de los materiales empleados, ejecución, material de obra, precios, medición y abono de las distintas partes de obra.

En referencia a la interpretación de este, en un caso de oscuridad o divergencia, se atenderá a lo dispuesto por la Dirección Facultativa, y en todo caso a las estipulaciones y cláusulas establecidas por las partes contratantes.

### 4.2.1. Forma y dimensiones.

La forma y dimensiones de las diferentes partes, así como los materiales a emplear, se ajustarán en todo momento a lo establecido y detallado en los planos, especificaciones y estados de las mediciones adjuntos al presente Proyecto.

Siempre cabe la posibilidad de realizar modificaciones oportunas a pies de Obra que podrán ser realizadas por el Ingeniero Director.

### 4.2.2. Condiciones generales que deben cumplir los materiales y unidades de obra.

Además de cumplir todas y cada una de las condiciones que se exponen en el presente Pliego de Condiciones Generales, los materiales y mano de obra deberán satisfacer las que se detallan en el Pliego General de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura, elaborado por el Consejo Superior del Colegio de Arquitectos.

### 4.2.3. Documentos de obra.

En la Oficina de Obras, existirá en todo el momento un ejemplar completo del proyecto, así como en todas las normas, leyes, decretos, resoluciones, órdenes y ordenanzas a que se hacen referencia en los distintos documentos que integran el presente proyecto.

### 4.2.4. Legislación social.

El contratista, estará obligado al exacto cumplimiento de toda legislación en materia de Reglamentación del Trabajo correspondiente, y de las demás disposiciones que regulan las relaciones entre patronos y obreros, los accidentes de trabajo, e incluso la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y de vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas de carácter social en vigencia o que en lo sucesivo se apliquen.

### 4.2.5. Seguridad pública.

El adjudicatario deberá tomar las máximas precauciones en todas las operaciones y uso de equipos, con objeto de proteger a las personas y animales de peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades derivadas de tales acciones u omisiones.

## 4.3. Condiciones de índole legal.

### 4.3.1. Documentos del proyecto.

El presente proyecto consta de los siguientes:

- Memoria descriptiva.
- Anexos.
- Planos.
- Pliego general de condiciones.
- Mediciones y presupuestos.

### 4.3.2. Plan de obra.

El plan detallado de obra será realizado conforme se indicó en las Condiciones Facultativas del Presente Pliego de Condiciones, y en él se recogerán los tiempos y finalizaciones establecidas en el contrato y será completado con todo detalle, indicando las fechas de iniciación previstas para

una de las partes en que se divide el trabajo, adaptándose con la mayor exactitud a la previsión del tiempo de ejecución establecido en la memoria. Este documento será vinculante.

#### 4.3.3. Planos.

Son los citados en el capítulo de planos del presente proyecto, y los que se suministrarán durante el transcurso de la obra por la Dirección Técnica y Facultativa, que tendrán la misma consideración.

#### 4.3.4. Especificaciones.

Son las que figuran en la memoria descriptiva y en el presente pliego de condiciones, así como en las condiciones generales del contrato, juntamente con las modificaciones de este y los apéndices adosados a ellas, como conjunto de documentos legales.

#### 4.3.5. Objeto de los planos y especificaciones.

Es el objeto de los planos y especificaciones mostrar al Contratista el tipo, calidad y cuantía del trabajo a realizar y que fundamentalmente consistirá en el suministro de toda la mano de obra, material fungible, equipo y medios de montaje necesario para la apropiada ejecución del trabajo, mientras específicamente no se indique lo contrario. El Contratista realizará todo el trabajo indicado en los planos y descrito en las especificaciones y todos los trabajos considerados como necesarios para completar la realización de las obras de manera aceptable y consistente, y a los precios ofertados.

#### 4.3.6. Divergencias entre los planos y especificaciones.

Si existieran divergencias entre los planos y especificaciones regirán los requerimientos de éstas últimas y, en todo caso, la aclaración que al respecto del Ingeniero Director.

#### 4.3.7. Errores en los planos y especificaciones.

Cualquier error u omisión de importancia en los planos y especificaciones ser comunicado inmediatamente al Ingeniero Director que corregirá o aclarará con la mayor brevedad y por escrito, si fuese necesario, dicho errores y

omisiones. Cualquier trabajo hecho por el Contratos, tras el descubrimiento de tales discrepancias, errores u omisiones se hará por cuenta y riesgo de éste.

#### 4.3.8. Adecuación de planos y especificaciones.

La responsabilidad por la adecuación del diseño y por la insuficiencia de los planos y especificaciones se establecerá a cargo del propietario. Entre los planos y las especificaciones se establecerán todos los requisitos necesarios para la realización de los trabajos objeto del contrato.

#### 4.3.9. Instrucciones adicionales.

Durante el proceso de realización de las obras, el Ingeniero Directo podrá dar instrucciones adicionales por medio de dibujos o notas que aclaren don detalle cualquier dato confuso de los planos y especificaciones. Podrá dar, de igual modo, instrucciones adicionales necesarias para explicar o ilustrar los cambios en el trabajo que tuvieran que realizarse.

Asimismo, el Ingeniero Director, o la propiedad a través del Ingeniero Director, podrán remitir al contratista notificaciones escritas ordenando modificaciones, plazos de ejecución, cambios en el trabajo, etc. El contratista deberá ceñirse estrictamente a lo indicado en dichas órdenes. En ningún caso el contratista podrá negarse a firmar el enterado de una orden o notificación. Si creyera oportuno efectuar alguna reclamación contra ella, deberá formularla por escrito al Ingeniero Director, o la propiedad a través de un escrito al Ingeniero Director, dentro del plazo de diez días de haber recibido la orden o notificación. Dicha reclamación no lo exime de la obligación de cumplir lo indicado en la orden, aunque al ser estudiada por el Ingeniero Director pudiera dar lugar a alguna compensación económica o a una prolongación del tiempo de finalización.

#### 4.3.10. Copias de los planos para realización de los trabajos.

A la iniciación de las obras y durante el transcurso de estas, se entregará al Contratista, sin cargo alguno, dos copias de cada uno de los planos necesarios para la ejecución de las Obras.

La entrega de planos de efectuará mediante parciales con la suficiente antelación sus fechas de utilización.

#### 4.3.11. Propiedad de los planos y especificaciones.

Todos los planos y especificaciones y otros datos preparados por el Ingeniero Director y entregados al contratista pertenecerán a la Propiedad y al Ingeniero Directo, y no podrán utilizarse en otras Obras.

#### 4.3.12. Contrato.

En el contrato entre la Propiedad y el Contratista deberá explicarse el sistema de ejecución de las Obras, que podrá contratarse por cualquiera de los siguientes sistemas

##### 4.3.12.1. Por tanto, alzado:

Comprenderá la ejecución de toda parte de la Obra, con sujeción estricta a todos los documentos del Proyecto y en cifra fija.

##### 4.3.12.2. Por unidades de obras ejecutadas:

Con arreglo a los documentos del Proyecto y a las condiciones particulares, que en cada caso se estipulen.

##### 4.3.12.3. Por administración directa o indirecta:

Con arreglo a los documentos del Proyecto y a las condiciones particulares que en cada caso se estipulen.

##### 4.3.12.4. Por contrato de mano de obra:

Siendo obligación de la Propiedad el suministro de material y medios auxiliares en condiciones idénticas a las anteriores.

En dicho contrato deberá explicarse si se admiten o no la subcontratación y los trabajos que puedan ser de adjudicación directa por parte del Ingeniero Director.

#### 4.3.13. Contratos separados.

El propietario puede realizar otros contratos en relación con el trabajo del Contratista. El Contratista cooperará con estos otros respecto al almacenamiento de materiales y realización de su trabajo. Será responsabilidad del Contratista inspeccionar los trabajos de otros contratistas que puedan afectar al suyo y

comunicar al Ingeniero Director cualquier irregularidad que no lo permitiera finalizar su trabajo de forma satisfactoria.

La omisión de notificar al Ingeniero Directo estas anomalías indicará que el trabajo de otro Contratistas se ha realizado satisfactoriamente.

#### 4.3.14. Subcontratos.

Cuando será solicitado por el Ingeniero Director, el Contratista someterá por escrito para su aprobación los nombres de los subcontratistas presupuestos para los trabajos. El Contratista será responsable ante la Propiedad de los actos y omisiones de los subcontratistas y de los actos de sus empleados, en la misma medida que de los suyos. Los documentos del Contrato no están redactados para crear cualquier reclamación contractual entre Subcontratista y Propietario.

#### 4.3.15. Adjudicación.

La adjudicación de la obra se efectuará mediante una de las siguientes modalidades:

- Subasta pública o privada.
- Concurso público o privado.
- Adjudicación directa o de libre adjudicación.

En el primer caso, será obligatoria la adjudicación al mejor postor, siempre que esté conforme con lo especificado en los documentos del proyecto.

En el segundo caso, la adjudicación será por libre elección.

#### 4.3.16. Subastas y concursos.

La subasta y concursos se celebrarán en el lugar que previamente señalen las Condiciones Particulares de Índole Legal de la presente Obra, debiendo figurar imprescindiblemente la

Dirección Facultativa o persona delegada, que presidirá la apertura de plicas, encontrándose también presentes en el acto un representante de la Propiedad y un delegado de los concursantes.

#### 4.3.17. Formalización del contrato.

El Contrato se formalizará mediante un documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes con arreglo a las disposiciones vigentes.

El Contratista antes de firmar la escritura, habrá firmado también su conformidad con el Pliego General de Condiciones que ha de regir la Obra, en los planos, cuadros de precios y presupuesto general.

Será de cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasionen la extensión del documento en que consiste la Contrata.

#### 4.3.18. Responsabilidad del Contratista.

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto. Como consecuencia de ellos, vendrá obligado a la demolición y la reconstrucción de todo lo mal ejecutado, sin que pueda servir de excusa el que el Ingeniero Director haya examinado y reconocido la realización de las obras durante la ejecución de estas, ni el que haya sido abonadas liquidaciones parciales.

El contratista se compromete a facilitar y hacer utilizar a sus empelados todos los medios de protección personal o colectiva, que la naturaleza de los trabajos exija.

De igual manera, aceptará la inspección del Ingeniero Director en cuanto a seguridad se refiere y se obliga a corregir, con carácter inmediato, los defectos que se encuentren, pudiendo el Ingeniero Director en caso necesario paralizar los trabajos hasta tanto se hallan subsanados los defectos, corriendo por cuenta del Contratista las pérdidas que se originen.

#### 4.3.19. Reconocimiento de obra con vicios ocultos.

Si el Director de Obra tiene fundadas razones para sospechar la existencia de vicios ocultos en las obras ejecutadas, ordenará en cualquier tiempo antes de la recepción definitiva, la demolición de las que sean necesarias para reconocer las que supongan defectuosas.

Los gastos de demolición y reconstrucción que se ocasionen serán por cuenta del Contratista, siempre que los vicios que existan realmente, y en caso contrario, correrán a cargo del Propietario.

#### 4.3.20. Trabajos durante una emergencia.

En caso de que una emergencia el Contratista realizará cualquier trabajo o instalará los materiales y equipos necesarios.

Tan pronto como sea posible, comunicará al Ingeniero Director cualquier tipo de emergencia, pero no esperará instrucciones para proteger adecuadamente vidas y propiedades.

#### 4.3.21. Suspensión del trabajo por el propietario.

El trabajo o cualquier parte de este podrá ser suspendido por el Propietario en cualquier momento previa notificación por escrito cinco días de antelación a la fecha prevista de reanudación del trabajo.

El Contratista reanudará el trabajo según notificación por escrito del Propietario, a través del Ingeniero Director, y dentro de los diez días siguientes a la fecha de la notificación escrita de reanudación de los trabajos.

Si el Propietario notificase la suspensión definitiva de una parte del trabajo, el Contratista podrá abandonar la porción del trabajo así suspendida y tendrá derecho a la indemnización correspondiente.

#### 4.3.22. Derecho del propietario a rescisión del contrato.

El propietario podrá rescindir el Contrato de ejecución en los casos escogidos en el capítulo correspondiente a las Condiciones de Índole Económica y en cualquiera de los siguientes:

- Se declare en bancarrota o insolvencia.
- Desestime o viole cláusulas importantes de los documentos del Contrato o instrucciones del Ingeniero Director, deje proseguir el trabajo de acuerdo con lo convenido en el Plan de Obra.
- Deje de proveer un representante cualificado, trabajadores o subcontratistas competentes, o materiales apropiados, o deje de efectuar el pago de sus obligaciones con ello.

#### 4.3.23. Forma de rescisión del contrato por parte de la propiedad.

Después de diez días de haber enviado notificación escrita al Contratista de su intención de rescindir el Contrato, el Propietario tomará posesión del trabajo, de todos los materiales, herramientas y equipos, aunque sea propiedad de la Contrata y podrá finalizar el trabajo por cualquier medio y método que elija.

#### 4.3.24. Derecho del contratista para cancelar el contrato.

El Contratista podrá suspender el trabajo o cancelar el Contrato de diez días de la notificación al Propietario y al Ingeniero Director de su intención en el caso de que por orden de cualquier tribunal u otra autoridad se produzca una parada o suspensión del trabajo por un periodo de noventa días seguidos y por causas no imputables al Contratista o a sus empleados.

#### 4.3.25. Causas de rescisión del contrato.

Se considerarán causas suficientes de rescisión de Contrato, las que a continuación se detallan.

- La muerte o incapacitación del Contratista.
- La quiebra del Contratista.

En estos dos casos, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que este último caso tenga derecho aquellos a indemnización alguna.

- Alteraciones del Contrato por las siguientes causas:
  - o Las modificaciones del Proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Ingeniero Directo y, en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones represente en más o menos el veinticinco por ciento, como mínimo, del importe de aquel.
  - o La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones, en más o menos, del cuarenta por ciento como mínimo de alguna de las unidades que figuren en las mediciones del Proyecto, o más del cincuenta por ciento de unidades del Proyecto modificadas.
- La suspensión de obra comenzada, y en todo caso, siempre que por causas ajenas a la Contrata no se de comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación; en este caso, la devolución de fianza será automática.
- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año.
- El no dar comienzo a la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del Proyecto.
- El incumplimiento de las condiciones del Contrato, cuando implique descuido a mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.
- La terminación del plazo de la obra sin causa justificada.
- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

#### 4.3.26. Devolución de la fianza.

La retención del porcentaje que deberá descontarse del importe de cada certificación parcial no será devuelta hasta pasado los doce meses del plazo de garantía fijados y en las que condiciones detalladas en artículos anteriores.

#### 4.3.27. Plazo de entrega de las obras.

El plazo de ejecución de las obras será el estipulado en el Contrato firmado a tal efecto entre el Propietario y el Contratista. En caso contrario, será el especificado en el documento de la memoria descriptiva del presente proyecto.

#### 4.3.28. Daños a terceros.

El Contratista será responsable de todos los accidentes por inexperiencia o descuido que sobrevinieran, tanto en las edificaciones, como en las parcelas contiguas en donde se ejecuten las obras. Será, por tanto, por cuenta suya el abono de las indemnizaciones a quien corresponda cuando ello hubiera lugar de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de dichas obras.

#### 4.3.29. Policía de obra.

Serán de cargo y por cuenta del Contratista, el vallado y la policía o guardián de las obras, cuidado de la observación de sus líneas de lindero, así como la vigilancia que durante las obras no se realicen actos que mermen o modifique la Propiedad.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Ingeniero Director.

El Contratista es responsable de toda la falta relativa a la policía urbana y a las Ordenanzas Municipales a estos respectos vigentes en donde se realice la Obra.

#### 4.3.30. Accidentes de trabajo.

En caso de accidentes de trabajo ocurrido a los operarios, con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a los dispuesto en estos efectos en la legislación vigente, siendo en todo caso único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto

pueda quedar afectada la Propiedad, por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan, para evitar en lo posible accidentes a los obreros o los vigilantes, so sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

Igualmente, el Contratista se compromete a facilitar cuantos datos se estimen necesarios a petición del Ingeniero Director sobre los accidentes ocurridos, así como las medidas que ha tomado para la instrucción personal y demás medios preventivos.

De los accidentes y perjuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudiera acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable o sus representantes en la obra, ya que se considera en los precios para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

Será preceptivo que figure en el “Tablón de Anuncios” de la obra, durante todo el tiempo que ésta dure, el presente artículo del Pliego General de Condiciones, sometiéndolo previamente a la firma del Ingeniero Director.

#### 4.3.31. Régimen Jurídico.

El adjudicatario, queda sujeto a la legislación común, civil, mercantil y procesal española. Sin perjuicio de ellos, en las materias relativas a la ejecución de Obra, se tomarán en consideración (en cuanto su aplicación sea posible y en todo aquello que no queden reguladas por la expresa legislación civil, ni mercantil, ni por el Contrato) las normas que rigen para la ejecución de las Obras del Estado.

Fuera de las competencia y decisiones que, en lo técnico, se atribuyan a la Dirección Facultativa, en lo demás procurará que las dudas a diferencia suscitadas, por la aplicación, interpretación o resolución del Contrato se resuelvan mediante negociación de las partes respectivamente asistidas de personas cualificadas al efecto. De no haber concordancia, se someterán al arbitraje privado para que se decida por sujeción al saber y entender de los árbitros, que serán tres, una para cada parte y un tercero nombrado de común acuerdo entre ellos.

#### 4.3.32. Seguridad social.

Además de lo establecido en el capítulo de Condiciones de Índole económica, el Contratista está obligado a cumplir con todo lo legislado sobre la Seguridad Social, teniendo siempre a disposición del Propietario o del Ingeniero

Director todos los documentos de tal cumplimiento, haciendo extensivas esta obligación a cualquier subcontratista que de él dependiese.

#### 4.3.33. Responsabilidad civil.

El Contratista deberá tener cubierta la responsabilidad civil en que pueda incurrir cada uno de sus empleados y Subcontratistas dependientes del mismo, extremo que deberá acreditar ante el Propietario, dejando siempre exento al mismo y al Ingeniero Director de cualquier reclamación que se pudiera originar.

En caso de accidente ocurridos con motivo de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista atenderá a los dispuesto en estos casos por la legislación vigente, siendo en todo caso el único responsable de su cumplimiento.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar en lo posible accidentes a los operarios o a los viandantes, en todos los lugares peligrosos de la obra. Asimismo, el Contratista será responsable de todos los daños por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la zona donde se llevan a cabo las obras, como en las zonas contiguas. Será, por tanto, de su cuenta, el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

#### 4.3.34. Impuestos.

Será de cuenta del Contratista el abono de todos los gastos e impuestos ocasionados por la elevación a documento público del Contrato privado, firmado entre el Propietario y el Contratista; siendo por parte del Propietario abonar las licencias y autorizaciones administrativas para el comienzo de las obras.

#### 4.3.35. Disposiciones legales y permisos.

El Contratista observará todas las ordenanzas, leyes, reglas, regulaciones estatales, provinciales y municipales, incluyendo sin limitación las relativas a salarios y Seguridad Social.

El Contratista se procurará todos los permisos, licencias e inspecciones necesarias para el inicio de las Obras, siendo abonadas por la Propiedad.

El contratista, una vez finalizada la obra y realizada la recepción provisional tramitará las correspondientes autorizaciones de puesta en marcha, siendo se su cuenta los gastos que ello ocasione.

El Contratista responde, como patrono legal, del cumplimiento de todas las leyes y disposiciones vigentes en materia laboral, cumpliendo además con lo que el Ingeniero Director le ordene para la seguridad de los operarios y viandantes e instalaciones, sin que la falta de tales órdenes por escrito lo eximan de las responsabilidades que, como patrono legal, corresponden exclusivamente al Contratista.

## 4.4. Condiciones de índole facultativas.

### 4.4.1. Definiciones.

#### 4.4.1.1. Propiedades o propietario.

Se denominará como “Propiedad” a la entidad que encarga la redacción y ejecución del presente Proyecto.

La Propiedad o el Propietario se atenderá a las siguientes obligaciones:

- ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS, la Propiedad proporcionará al Ingeniero Director una copia del Contrato firmado con el Contratista, así como una copia firmada del presupuesto de las Obras a ejecutar, confeccionado por el Contratista y aceptado por él. De igual manera, si así fuera necesario, proporcionará el permiso para llevar a cabo los trabajos si fuera necesario.
- DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS, la Propiedad no podrá en ningún momento dar órdenes directas al Contratista o personal subalterno. En todo caso, dichas órdenes serán transmitidas a través de la Dirección Facultativa.
- UNA VEZ TERMINADAS Y ENTREGADAS LAS OBRAS, la Propiedad no podrá llevar a cabo modificaciones en las mismas, sin la autorización expresa del Ingeniero autor del Proyecto.

#### 4.4.1.2. Ingeniero director.

Será aquella persona que, con titulación académica suficiente y plena de atribuciones profesionales según las disposiciones vigentes, reciba el encargo de la Propiedad de dirigir la ejecución de las Obras, y en tal sentido, será el responsable de la Dirección Facultativa. Su misión será la dirección y vigilancia de los trabajos, bien por si mismo o por sus representantes.

El Ingeniero Director tendrá autoridad técnico-legal completa, incluso en lo no previsto específicamente en el presente Pliego de Condiciones Generales, pudiendo recusar al Contratista si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la buena marcha de la ejecución de los trabajos.

Le corresponden además las facultades expresadas en el presente Pliego de Condiciones Generales.

#### 4.4.1.3. Dirección facultativa.

Estará formada por el Ingeniero Director y por aquellas personas tituladas o no, que al objeto de auxiliar al Ingeniero Director en la realización de su cometido ejerzan, siempre bajo las órdenes directas de éste, funciones de control y vigilancias, así como las específicas por él encomendadas

#### 4.4.1.4. Suministrador.

Será aquella persona jurídica o entidad que, mediante el correspondiente Contrato, realice la venta de alguno de los materiales comprendidos en el presente Proyecto.

La misma denominación recibirá quien suministre algún material, pieza o elemento no incluido en el presente Proyecto, cuando su adquisición haya sido considerada como necesaria por parte del Ingeniero Director para el correcto desarrollo de los trabajos.

#### 4.4.1.5. Contrata o contratista.

Será aquella entidad o persona jurídica que reciba el encargo de ejecutar algunas de las unidades de Obra que figuran en el presente Proyecto.

El Contratista, cuando sea necesaria su actuación o presencia según la contratación o lo establecido en el presente Pliego de Condiciones Generales, podrá ser representado por un delegado previamente aceptado por parte de la Dirección Facultativa.

Este delegado tendrá capacidad para:

- Organizar la ejecución de los trabajos y poner en prácticas las órdenes recibidas del Ingeniero Director.
- Proponer a la Dirección Facultativa o colaborar en la resolución de los problemas que se planteen en la ejecución de los trabajos.

El Delegado del Contratista tendrá la titulación profesional mínima exigida por el Ingeniero Director. Asimismo, éste podrá exigir también, si así lo creyese oportuno, que el Contratista designe además al personal facultativo necesario bajo la dependencia de su técnico delegado.

Por otra parte, el Ingeniero Director podrá recabar del Contratista la designación de un nuevo Delegado, y en su caso cualquier facultativo que de él dependa, cuando así lo justifique su actuación y los trabajos a realizar.

Se sobrentiende que antes de la firma del Contrato, el Contratista ha examinado toda la documentación necesaria del presente Proyecto, para establecer una evaluación económica de los trabajos, estando conforme con ella.

#### 4.4.2. Oficina de obra.

El Contratista habilitará en la propia Obra, una oficina, local o habitáculo, que contendrá como mínimo una mesa y tableros, donde se expongan todos los planos correspondientes al presente Proyecto y de Obra que sucesivamente le vaya asignando la Dirección Facultativa, así como cuantos documentos estime convenientes la citada Dirección.

Durante la jornada de trabajo, el contratista por sí, o por medio de sus facultativos, representantes o encargados, estarán en la Obra, y acompañarán al Ingeniero Director y a sus representantes en las visitas que lleven a cabo a las Obras, incluso a las fábricas o talleres donde se lleven a cabo trabajos para la Obra, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que consideren necesarios, suministrándoles asimismo los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

#### 4.4.3. Trabajos no estipulados en el pliego de condiciones generales.

Es obligación del Contratista ejercer cuanto sea posible y necesario para la buena realización y aspecto de las Obras, aun cuando no se halle expresamente estipulado en el Pliego de Condiciones Generales siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero Director y esté dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos determinen para cada unidad de Obra, y tipo de ejecución.

#### 4.4.4. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.

Cuando se trata de aclarar, interpretar o modificar preceptos del Pliego de Condiciones Generales o indicaciones de planos, las órdenes o instrucciones correspondientes se comunicarán por escrito al Contratista, estando este obligado a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el "enterado", que figurará al pie de todas las órdenes o avisos que reciban, tanto de los encargados de la vigilancia de las Obras como el Ingeniero Director.

Cualquier reclamación que crea oportuno hacer el Contratista, en contra de las disposiciones tomadas por éstos, habrá de dirigirla, dentro del plazo de quince días, al inmediato superior técnico del que la hubiera dictado, pero por

conducto de éste, el cual dará al Contratista el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

#### 4.4.5. Reclamaciones contra las órdenes del Ingeniero Director.

Las reclamaciones que el Contratista quiera formular contra las órdenes dadas por el Ingeniero Director, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, y a través de este si son de origen económico. Contra las disposiciones de orden técnico o facultativo, no se admitirá reclamación alguna.

Aun así, el Contratista podrá salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Ingeniero Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

#### 4.4.6. Recusación por el contratista de la Dirección Facultativa.

El Contratista no podrá recusar al Ingeniero Director, Ingeniero Técnico, Perito o persona de cualquier índole dependiente de la Dirección Facultativa o de la Propiedad encargada de la vigilancia de las Obras, ni pedir que por parte de la Propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado con los resultados de las decisiones de la Dirección Facultativa, el Contratista podrá proceder de acuerdo con lo estipulado en el artículo 2.5., pero sin que por esta causa pueda interrumpirse, ni perturbarse la marcha de los trabajos.

#### 4.4.7. Despidos por falta de subordinación, por incompetencia o por manifiesta mala fe.

Por falta de respeto y obediencia al Ingeniero Director, a sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las Obras, por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá la obligación de despedir a sus dependientes cuando el Ingeniero Director así lo estime necesario.

#### 4.4.8. Comienzo de las obras, ritmo y ejecución de los trabajos.

El Contratista iniciará las Obras dentro de los treinta días siguientes al de la fecha de la firma de la escritura de contratación, y será responsable de que estas se desarrollen en la forma necesaria a juicio del Ingeniero Director para

que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo de ejecución de esta, que será el especificado en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, el Contratista deberá dar cuenta al Ingeniero Director del comienzo de los trabajos, dentro de las siguientes veinticuatro horas desde el comienzo de estos.

#### 4.4.9. Orden de los trabajos.

En un plazo inferior a los cinco días posteriores a la notificación de la adjudicación de las Obras, se comprobará en presencia del Contratista, o de un representante, el replanteo de los trabajos, extendiéndose acta.

Dentro de los quince días siguientes a la fecha en que se notifique la adjudicación definitiva de las Obras, el Contratista deberá presentar inexcusablemente al Ingeniero Director un Programa de Trabajos en el que se especificarán los plazos parciales y fechas de terminación de las distintas clases de Obras.

El citado Programa de Trabajo una vez aprobado por el Ingeniero Director, tendrá carácter de compromiso formal, en cuanto al cumplimiento de los plazos parciales en él establecidos.

El Ingeniero Director podrá establecer las variaciones que estime oportunas por circunstancias de orden técnico o facultativo, comunicando las órdenes correspondientes al Contratista, siendo éstas de obligado cumplimiento, y el Contratista directamente responsable de cualquier daño o perjuicio que pudiera sobrevenir por su incumplimiento.

En ningún caso se permitirá que el plazo total fijado para la terminación de las Obras sea objeto de variación, salvo casos de fuerza mayor o culpa de la Propiedad debidamente justificada.

#### 4.4.10. Libro de órdenes.

El Contratista tendrá siempre en la Oficina de Obra y a disposición del Ingeniero Director un "Libro de Ordenes y Asistencia", con sus hojas foliadas por duplicado, en el que redactará las que crea oportunas para que se adopten las medidas precisas que eviten en lo posible los accidentes de todo género que puedan sufrir los obreros u operarios, los viandantes en general, las fincas colindantes o los inquilinos en las obras de reforma que se efectúen en edificios habitados, así como las que crea necesarias para subsanar o corregir las posibles deficiencias constructivas que haya observado en las diferentes visitas a la Obra, y en suma, todas las que juzgue indispensables para que los trabajos se lleven a cabo correctamente y de acuerdo, en armonía con los documentos del Proyecto.

Cada Orden deberá ser extendida y firmada por el Ingeniero Director y el “Enterado” suscrito con la firma del Contratista o de su encargado en la Obra. La copia de cada orden extendida en el folio duplicado quedará en poder del Ingeniero Director. El hecho de que en el citado libro no figuren redactadas las órdenes que preceptivamente tiene la obligación de cumplimentar el Contratista, no supone eximente o atenuante alguna para las responsabilidades que sean inherentes al Contratista.

#### 4.4.11. Condiciones generales de ejecución de los trabajos.

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto que haya servido de base al Contratista, a las modificaciones de este que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad entregue el Ingeniero Director al Contratista siempre que éstas encajen dentro de la cifra a que ascienden los presupuestos aprobados.

#### 4.4.12. Ampliación del proyecto por causas imprevistas.

El Contratista está obligado a realizar con su personal y sus materiales, cuando la Dirección de las Obras disponga para, apuntalamientos, apeos, derribo, recalzados o cualquier Obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en el presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que mutuamente convengan.

#### 4.4.13. Prórrogas por causas de fuerza mayor.

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Contratista, y siempre que esta causa sea distinta de las que se especifican como de rescisión en el capítulo correspondiente a la Condiciones de Índole Legal, aquel no pudiese comenzar las Obras, tuviese que suspenderla, o no fuera capaz de terminarla en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcional para el cumplimiento del Contratista, previo informe favorable del Ingeniero Director. Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al Ingeniero Director, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originará en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

#### 4.4.14. Obras ocultas.

De todos los trabajos y unidades que hayan de quedar ocultos a la terminación de las Obras, se levantarán los planos precisos e indispensables para que queden perfectamente definidos. Estos documentos se extenderán por triplicado. Uno a la Propiedad, otro al Ingeniero Director y otro al Contratista, firmados todos ellos por estos dos últimos.

#### 4.4.15. Trabajos defectuosos.

El Contratista deberá emplear los materiales señalados en el presente Proyecto y realizará los trabajos, de acuerdo con el mismo. Y en todo caso según las indicaciones de la Dirección Facultativa. Por ello y hasta tanto en cuanto tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas o defectos que en estos puedan existir por su mala ejecución o por el empleo de materiales de deficiente calidad no autorizados expresamente por el Ingeniero Director aun cuando éste no le haya llamado la atención sobre el particular o hayan sido abonadas las certificaciones parciales correspondientes.

#### 4.4.16. Modificación de trabajos defectuosos.

Como consecuencia que se desprende del artículo 2.15, cuando el Ingeniero Director advierta vicios o defectos en las Obras, ya sea en el curso de ejecución de los trabajos o finalización éstos y antes de verificarse la recepción definitiva, podrá disponer que las partes defectuosas sean desmontadas o demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado y todo ello a expensas del Contratista.

Si el Contratista no estimase justa la resolución y se negase al desmontaje o demolición posterior reconstrucción ordenadas, se procederá de acuerdo con lo establecido en el artículo.

#### 4.4.17. Vicios ocultos.

Si el Ingeniero Director tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las Obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, antes de la recepción definitiva de la Obra, demoliciones o correcciones que considere necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos. No obstante, la recepción definitiva no eximirá al Contratista de responsabilidad si se descubrieran posteriormente vicios ocultos.

Los gastos de demolición o desinstalación, así como los de reconstrucción o reinstalación que se ocasionen serán por cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, y en caso contrario, correrán a cargo del propietario.

#### 4.4.18. Materiales no utilizados.

El Contratista, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar de la Obra en el que por no causar perjuicio a la marcha de los trabajos se le designe, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc. que no sean utilizables en la Obra.

De igual manera, el Contratista queda obligado a retirar los escombros ocasionados, trasladándolos al vertedero.

Si no hubiese preceptuado nada sobre el particular se retirarán de ella cuando así lo ordene el Ingeniero Director, mediante acuerdo previo con el Contratista estableciendo su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos correspondientes a su transporte.

#### 4.4.19. Materiales y equipos defectuosos.

Cuando los materiales y/o los equipos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen debidamente preparados, el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que los sustituya.

#### 4.4.20. Medios auxiliares.

Serán de cuenta y riesgo del Contratista los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para preservar la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo a la Propiedad, por tanto, responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las Obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Todos estos, siempre que no haya estipulado lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares de los trabajos, quedando a beneficio del Contratista, sin que este pueda fundar reclamación alguna en la insuficiencia de dichos medios, cuando estos estén detallados en el presupuesto y consignados por partidaalzada o incluidos en los precios de las unidades de Obra.

#### 4.4.21. Comprobaciones de las obras.

Antes de verificarse las recepciones provisionales y definitivas de las Obras, se someterán a todas las pruebas que se especifican en el Pliego de Condiciones Técnicas de cada parte de la Obra, todo ello con arreglo al programa que redacte el Ingeniero Director.

Todas estas pruebas y ensayos serán por cuenta del Contratista. También serán por cuenta del Contratista los asientos o averías o daños que se produzcan en estas pruebas y procedan de la mala construcción o falta de precauciones.

#### 4.4.22. Normas para las recepciones provisionales.

Quince días, como mínimo, antes de terminarse los trabajos o parte de ellos, en el caso que los Pliegos de Condiciones Particulares estableciesen recepciones parciales, el Ingeniero Director comunicará a la Propiedad la proximidad de la terminación de los trabajos a fin de que este último señale fecha para el acto de la recepción provisional.

Terminada la Obra, se efectuará mediante reconocimiento su recepción provisional a la que acudirá la Propiedad, el Ingeniero Director y el Contratista.

Del resultado del reconocimiento se levantará un acta por triplicado, firmada por los asistentes legales.

Si las Obras se hubieran ejecutado con sujeción a lo contratado, se darán por recibidas provisionalmente, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía establecido en el artículo 2.26. En caso contrario, se hará constar en el acta donde se especificarán las precisas y necesarias instrucciones que el Ingeniero Director habrá de dar al Contratista, para remediar en un plazo razonable que le fije, los defectos observados; expirado dicho plazo, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones a fin de proceder de nuevo a la recepción provisional de las Obras.

Si el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindida la Contrata, con pérdida de fianza, a no ser que el Propietario acceda a conceder un nuevo e improrrogable plazo.

La recepción provisional de las Obras tendrá lugar dentro del mes siguiente a la terminación de las Obras, pudiéndose realizar recepciones provisionales parciales.

#### 4.4.23. Conservación de las obras recibidas provisionalmente.

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendida entre las recepciones parciales y la definitiva correrán por cargo del Contratista.

Si las Obras o instalaciones fuesen ocupadas o utilizadas antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza, reparaciones causadas por el uso, correrán a cargo del Propietario, mientras que las reparaciones por vicios de Obra o por defecto en las instalaciones serán a cargo del Contratista.

#### 4.4.24. Medición definitiva de los trabajos.

Recibidas provisionalmente las Obras, se procederá inmediatamente por la Dirección Facultativa a su medición general y definitiva con precisa asistencia del Contratista o un representante suyo nombrado por él o de oficio en la forma prevenida para la recepción de Obras.

Servirán de base para la medición los datos del replanteo general; los datos de los replanteos parciales que hubieran exigido el curso de los trabajos; los datos de cimientos y demás partes ocultas de las Obras tomadas durante la ejecución de los trabajos con la firma del Contratista y la Dirección Facultativa; la medición que se lleve a efecto en las partes descubiertas de la Obra; y en general, los que convengan al procedimiento consignado en las condiciones de la Contrata para decidir el número de unidades de Obra de cada clase ejecutadas; teniendo presente salvo pacto en contra, lo preceptuado en los diversos capítulos del Pliego de Condiciones Técnicas.

Tanto las mediciones parciales, para la confección de la certificación, como la certificación final, la llevarán a cabo la Dirección Facultativa y la Contrata, levantándose acta de esta por triplicado, debiendo aparecer la conformidad de ambos en los documentos que la acompañan.

En caso de no haber conformidad por parte de la Contrata, ésta expondrá sumariamente y a reserva de ampliarlas, las razones que a ello le obliguen.

Lo mismo en las mediciones parciales como en la final se entiende que estas comprenderán las unidades de Obra realmente ejecutadas.

#### 4.4.25. Recepción definitiva de las obras.

Finalizado el plazo de garantía y si se encontrase en perfecto estado de uso y conservación, se dará por recibida definitivamente la Obra, quedando relevado el Contratista a partir de este momento de toda responsabilidad legal que le pudiera corresponder por la existencia de defectos visibles. En caso contrario, se procederá en la misma forma que en la recepción definitivamente recibida.

De la recepción definitiva, se levantará un acta por triplicado por la Propiedad, el Ingeniero Director y el Contratista, que será indispensable para la devolución de la fianza depositada por la Contrata. Una vez recibidas

definitivamente las Obras, se procederá a la liquidación correspondiente que deberá quedar terminada en un plazo no superior a seis (6) meses.

El contratista estará obligado a entregar los planos definitivos, si hubiesen tenido alguna variación con los del Proyecto a la firma del Acta de Recepción. Estos planos serán reproducibles.

#### 4.4.26. Plazos de garantía.

El plazo de garantía de las Obras, es de un año a partir de la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Durante este tiempo, el Contratista es responsable de la conservación de la obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Asimismo, hasta tanto se firme el Acta de Recepción Provisional, el Contratista garantizará la protección a la Propiedad contra toda reclamación de terceros fundada por causas y por ocasión de la ejecución de la obra.

Una vez cumplido dicho plazo, se efectuará el reconocimiento final de las Obras, y si procede su recepción definitiva.

### 4.5. Condiciones de índole económica.

#### 4.5.1. Base fundamental.

Como base fundamental de estas condiciones, se establece que el Contratista debe percibir de todos los trabajos efectuados su real importe, siempre de acuerdo, y con sujeción al Proyecto y condiciones generales y particulares que han de regir la Obra.

#### 4.5.2. Garantía.

La Dirección podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de que este reúne todas las condiciones de solvencia requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del Contrato.

Asimismo, deberá acreditar el título oficial correspondiente a los trabajos que el mismo vaya a realizar.

#### 4.5.3. Fianza.

La fianza que se exige al Contratista para que responda del cumplimiento de lo contratado, será convenido previamente entre el Ingeniero Director y el Contratista, entre una de las siguientes fórmulas:

- Depósito de valores públicos del Estado por un importe del diez por ciento del presupuesto de la obra contratada.
- Depósito en metálico de la misma cuantía indicada en el importe anterior.
- Depósito previo en metálico, equivalente al cinco por ciento del presupuesto de la Obra o trabajos contratados, que se incrementará hasta la cuantía de un diez por ciento del presupuesto mediante deducciones del cinco por ciento efectuadas en el importe de cada certificación abonada al Contratista.
- Descuentos del diez por ciento efectuados sobre el importe de cada certificación abonada al Contratista.

#### 4.5.4. Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza.

Si el Contratista se negase a realizar, por su cuenta los trabajos, precisos, para ultimar la Obra, en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación de la Propiedad, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad en caso de que la fianza no bastase para abonar el importe de los gastos efectuados en las unidades de Obra, que no fuesen de recibo.

#### 4.5.5. De su devolución en general.

La fianza depositada, será devuelta al Contratista, previo expediente de devolución correspondiente, una vez firmada el acta de la recepción definitiva de la Obra, siempre que se haya acreditado que no existe reclamación alguna contra aquel, por los daños y perjuicios que sean de su cuenta, o por deudas de jornales, o de materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

#### 4.5.6. De su devolución en caso de efectuarse recepciones parciales.

Si el Propietario creyera conveniente hacer recepciones parciales, no por ello tendrá derecho el Contratista, a que se le devuelve la parte proporcional de la fianza, cuya cuantía quedará sujeta a las condiciones preceptuadas en el artículo 3.5.

#### 4.5.7. Revisión de precios.

Para que el Contratista tenga derecho a solicitar alguna revisión de precios, será preceptivo que tal extremo figure expresamente acordado en el Contrato, donde deberá especificarse los casos concretos en los cuales podrá ser considerado.

En tal caso, el Contratista presentará al Ingeniero Director el nuevo presupuesto donde se contemple la descomposición de los precios unitarios de las partidas, según lo especificado en el artículo 3.9.

En todo caso, salvo que se estipule lo contrario en el Contrato, se entenderá que rige sobre este particular el principio de reciprocidad, reservándose en este caso la Propiedad, el derecho de proceder a revisar los precios unitarios, si las condiciones de mercado así lo aconsejarán.

#### 4.5.8. Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas.

Si el Contratista, antes de la firma del Contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto, que sirve de base para la ejecución de los trabajos.

Tampoco se le administrará reclamación alguna, fundada en indicaciones que sobre los trabajos se haga en las memorias, por no tratarse estos documentos los que sirven de base a la Contrata.

Las equivocaciones materiales, o errores aritméticos, en las cantidades de Obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observe, pero no se tendrá en cuenta a los efectos de la rescisión del Contrato.

#### 4.5.9. Descomposición de los precios unitarios.

Para que el Contratista tenga derecho a pedir la revisión de precios, será condición indispensable que antes de comenzar todas y cada una de las unidades de Obra contratadas, reciba por escrito la conformidad del Ingeniero Director, a los precios descompuestos de cada una de ellas, que el Contratista deberá presentarle, así como la lista de precios de jornales, materiales, transportes y los porcentajes que se expresan al final del presente artículo.

El Ingeniero Director valorará la exactitud de la justificación de los nuevos precios, tomando como base de cálculo tablas o informes sobre rendimiento de personal, maquinaria, etc. editadas por Organismos Nacionales o Internacionales de reconocida solvencia, desestimando aquellos gastos imputables a la mala organización, improductividad o incompetencia de la Contrata.

A falta de convenio especial, los precios unitarios se descompondrán preceptivamente como sigue:

#### 4.5.9.1. Materiales:

Cada unidad de Obra que se precise de cada uno de ellos, y su precio unitario respectivo de origen.

#### 4.5.9.2. Mano de obra.

Por categorías dentro de cada oficio, expresando el número de horas invertido por cada operario en la ejecución de cada unidad de Obra, y los jornales horarios correspondientes.

#### 4.5.9.3. Transporte de materiales.

Desde el punto de origen al pie del tajo, expresando el precio del transporte por unidad de peso, de volumen o de número que la costumbre tenga establecidos en la localidad.

#### 4.5.9.4. Tanto por ciento de seguros y cargas fiscales.

Vigentes sobre el importe de la mano de Obra, especificando en documento aparte la cuantía de cada concepto del Seguro, y de la Carga.

#### 4.5.9.5. Tanto por ciento de beneficio industrial del contratista.

Aplicado la suma total de los conceptos correspondientes a materiales, mano de Obra, transportes de materiales, y los tantos por ciento aplicados en concepto de medios auxiliares y de seguridad y de Seguros y Cargas fiscales.

El Contratista deberá asimismo presentar una lista con los precios de jornales, de los materiales de origen, del transporte, los tantos por ciento que imputaban cada uno de los Seguros, y las Cargas Sociales vigentes, y los conceptos y cuantías de las partidas que se incluyen en el concepto de Gastos Generales, todo ello referido a la fecha de la firma del Contrato.

#### 4.5.10. Precios e importes de ejecución material.

Se entiende por precios de ejecución material para cada unidad de Obra los resultantes de la suma de las partidas que importan los conceptos correspondientes a materiales, mano de Obra, transportes de materiales, y los tantos por ciento aplicados en concepto de medios auxiliares y de seguridad y de Seguros y Cargas fiscales.

De acuerdo con lo establecido, se entiende por importe de ejecución material de la Obra, a la suma de los importes parciales, resultantes de aplicar a las mediciones de cada unidad de Obra, los precios unitarios de ejecución material, calculados según lo expuesto.

#### 4.5.11. Precios e importes de ejecución por contrata.

Se entenderá por precios de ejecución por Contrata, al importe del coste total de cada unidad de Obra, es decir, el precio de ejecución material, más el tanto por ciento que importen los Gastos Generales y Fiscales, gastos imprevistos, y beneficio industrial. En consecuencia, se entenderá como importe de ejecución por Contrata a la suma de los costos totales de ejecución por Contrata de todas las unidades que componen la Obra.

#### 4.5.12. Gastos generales y fiscales.

Se establecen en un ocho por ciento calculado sobre los precios de ejecución material, como suma de conceptos tales como:

- Gastos de Dirección y Administración de la Contrata.
- Gastos de prueba y control de calidad.
- Gastos Fiscales.

#### 4.5.13. Gastos imprevistos.

Tendrán esta consideración aquellos gastos que siendo ajenos a los aumentos o variaciones en la Obra y que, sin ser partidas especiales y específicas omitidas en el presupuesto general, se dan inevitablemente en todo trabajo de construcción o montaje, y cuya cuantificación y determinación es imposible efectuar a priori. Por ello, se establecerá una partida fija de un dos por ciento calculado sobre los precios de ejecución material.

#### 4.5.14. Beneficio industrial.

Se establece en una cuantía del seis por ciento calculado sobre los precios de ejecución material.

#### 4.5.15. Honorarios de la dirección técnica y facultativa.

Dichos Honorarios, serán por cuenta del Contratista, y se entenderán incluidos en el importe de los Gastos Generales, salvo que se especifique lo contrario en el Contrato de Adjudicación, o sean deducidos en la contratación. Tanto en lo referente a forma de abono como a la cuantía de estos, se estará a lo dispuesto en el Decreto 1998/1961 de 19 de octubre de 1961, las normas de

aplicación de este decreto contenidas en la Orden de 9 diciembre 1961 y a la normativa del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Canarias.

#### 4.5.16. Gastos por cuenta del contratista.

Serán por cuenta del Contratista, entre otros, los gastos que a continuación se detallan:

##### 4.5.16.1. Medios auxiliares.

Serán por cuenta del Contratista los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no afectando por tanto a la Propiedad, cualquier responsabilidad que por avería o accidente personal pueda ocurrir en las Obras por insuficiencia o mal uso de dichos medios auxiliares.

##### 4.5.16.2. Abastecimiento de agua.

Será por cuenta del Contratista, disponer de las medidas adecuadas para que se cuente en Obra con el agua necesaria para el buen desarrollo de las Obras.

##### 4.5.16.3. Energía eléctrica.

En caso de que fuese necesario el Contratista dispondrá los medios adecuados para producir la energía eléctrica en Obra.

##### 4.5.16.4. Vallado.

Serán por cuenta del Contratista la ejecución de todos los trabajos que requiera el vallado temporal para las Obras, así como las tasas y permisos, debiendo proceder a su posterior demolición, dejándolo todo en su estado primitivo.

##### 4.5.16.5. Accesos.

Serán por cuenta del Contratista de cuantos trabajos requieran los accesos para el abastecimiento de las Obras, debiendo reparar, al finalizar la Obra, aquellos que por su causa quedaron deteriorados.

##### 4.5.16.6. Materiales no utilizados.

El contratista, a su costa, transportará y colocará agrupándolos ordenadamente y en el sitio de la Obra en que por no causar perjuicios a la marcha de los trabajos se le designe, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc. que no sean utilizables en la Obra.

##### 4.5.16.7. Materiales y aparatos defectuosos.

Cuando los materiales y aparatos no fueran de calidad requerida o no estuviesen perfectamente reparados, la Dirección Facultativa dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas por los Pliegos. A falta de estas condiciones, primarán las órdenes de la Dirección Facultativa.

#### 4.5.17. Precios contradictorios.

Los precios de unidades de Obra así como los de materiales o de mano de Obra de trabajos que no figuren en los Contratos, se fijarán contradictoriamente entre el Ingeniero Director y el Contratista, o su representante expresamente autorizado a estos efectos, siempre que a juicio de ellos, dichas unidades no puedan incluirse en el dos por ciento de Gastos Imprevistos.

El Contratista los presentará descompuestos, de acuerdo con lo establecido en el artículo correspondiente a la descomposición de los precios unitarios correspondiente al presente Pliego, siendo condición necesaria la aprobación y presentación de estos precios antes de proceder a la ejecución de las unidades de Obra correspondientes.

De los precios así acordados, se levantará actas que firmarán por triplicado el Ingeniero Director, el Propietario y el Contratista o representantes autorizados a estos efectos por los últimos.

#### 4.5.18. Mejoras de obras libremente ejecutadas.

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Ingeniero Director, emplease materiales de mejor calidad que los señalados en el Proyecto, o sustituyese una clase de fábrica o montaje por otra que tuviese mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la Obra, o en general introdujese en ésta, y sin pedirla, cualquier otra modificación que fuese beneficiosa, a juicio del Ingeniero Director no tendrá derecho sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle, en el caso de que hubiese construido la Obra, con estricta sujeción a la proyectada, y contratada o adjudicada.

#### 4.5.19. Abono de las obras.

El Abono de los trabajos presupuestados por partidaalzada se efectuará de acuerdo con un procedimiento de entre los que a continuación se expresan:

- Si existen precios contratados para unidades de Obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- Si existen precios contratados para unidades de Obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidas de los similares contratos.
- Si no existen precios contratados, para unidades de Obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo en caso de que en el presupuesto de la Obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso el Ingeniero Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que debe seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el tanto por ciento correspondiente al Beneficio Industrial del Contratista.

#### 4.5.20. Certificaciones.

El Contratista tomará las disposiciones necesarias, para que periódicamente (según el intervalo de tiempo acordado) lleguen a conocimiento del Ingeniero Director las unidades de Obra realizadas, quien delegará en el Ingeniero Técnico de las Obras, la facultad de revisar las mediciones sobre el propio terreno, al cual le facilita aquel, cuantos medios sean indispensables para llevar a buen término su cometido.

Una vez efectuada esta revisión aplicará el Contratista los precios unitarios, aprobados, y extenderá la correspondiente certificación. Presentada ésta al Ingeniero Director, previo examen, y comprobación sobre el terreno, si lo considera oportuno, en un plazo de diez días pondrá su VoBo, y firma, en el caso de que fuera aceptada, y con este requisito, podrá pasarse la certificación a la Propiedad para su abono, previa deducción de la correspondiente fianza y tasa por Honorarios de Dirección Facultativa, si procediera.

El material acopiado a pie de Obra, por indicación expresa y por escrito del Ingeniero Director o del Propietario, a través de escrito dirigido al Ingeniero Director, podrá ser certificado hasta el noventa por ciento de su importe, a los precios que figuren en los documentos del Proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de Contrata.

Esta certificación, a todos los efectos, tendrá el carácter de documento de entregas a buena cuenta, y por ello estará sujeto a las rectificaciones, y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación, ni recepción de las Obras que comprenden.

En caso de que el Ingeniero Director, no estimase aceptable la liquidación presentada por el Contratista, y revisada por el Ingeniero Técnico, comunicará en un plazo máximo de diez días, las rectificaciones que considere deban realizar al Contratista, en aquella, quien, en igual plazo máximo, deberá presentarla debidamente rectificadas, o con las justificaciones que crea oportunas. En el caso de disconformidad, el Contratista se sujetará al criterio del Ingeniero Director, y se procederá como en el caso anterior.

#### 4.5.21. Demora en los pagos

Si el propietario no efectuase el pago de las Obras ejecutadas, dentro del mes siguiente a que corresponda el plazo convenido, el Contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de un cuatro y medio por ciento de interés anual, en concepto de intereses de demora durante el espacio del tiempo de retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del retraso del término de dicho plazo de un mes, sin realizarse el pago, tendrá derecho el Contratista a la rescisión del Contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las Obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la Obra contratada o adjudicada.

#### 4.5.22. Penalización económica al contratista por el incumplimiento de compromisos.

Si el Contratista incumpliera con los plazos de ejecución de las Obras estipuladas en el Contrato de adjudicación, y no justificara debidamente a juicio de la Dirección Técnica la dilación, la Propiedad podrá imponer las penalizaciones económicas acordadas en el citado Contrato con cargo a la fianza sin perjuicio de las acciones legales que en tal sentido correspondan.

En el caso de no haberse estipulado en el Contrato el plazo de ejecución de las Obras, se entenderá como tal el que figura como suficiente en la memoria del presente Proyecto.

Si tampoco se hubiera especificado la cuantía de las penalizaciones, será de aplicación lo que esté estipulado a tal efecto en cualquiera de los siguientes casos:

- Una cantidad fija durante el tiempo de retraso (por día, semana, mes, etc.).
- El importe de los alquileres que el Propietario deje de percibir durante el plazo de retraso en la entrega de las obras, en las condiciones exigidas, siempre que se demostrase que los locales diversos están alquilados.

- El importe de la suma de perjuicios materiales causados por la imposibilidad de ocupación del inmueble, previamente fijados.
- El abono de un tanto por ciento anual sobre el importe del capital desembolsado a la terminación del plazo fijado y durante el tiempo que dure el retraso. La cuantía y el procedimiento que seguir para fijar el importe de la indemnización, entre los anteriores especificados, se convendrá expresamente entre ambas partes contratantes, antes de la firma del Contrato.

#### 4.5.23. Rescisión del contrato.

Además de lo estipulado en el Contrato de adjudicación del presente Pliego de Condiciones, la Propiedad podrá rescindir dicho Contrato en los siguientes casos:

- Cuando existan motivos suficientes, a juicio de la Dirección Técnica, para considerar que por incompetencia, incapacidad, desobediencia o mala fe de la Contrata, sea necesaria tal medida al objeto de lograr con garantías la terminación de las Obras.
- Cuando el Contratista haga caso omiso de las obligaciones contraídas en lo referente a plazos de terminación de Obras.

Todo ello sin perjuicio de las penalizaciones económicas figuradas en el artículo 3.23.

#### 4.5.24. Seguro de las obras.

El Contratista estará obligado a asegurar la Obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta su recepción definitiva. La cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tenga por Contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora en caso de siniestro se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la Obra que se construya y a medida que esta se haya realizado.

El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la Obra. Hecha en documento público, el Propietario no podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de la reconstrucción de la Obra siniestrada. La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir el Contrato, con devolución de fianza, abonos completos de gastos, materiales acopiados, etc. y una indemnización equivalente a los daños causados al Contratista por el siniestro que no se le hubieran abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados, a tales efectos, por el Director de la Obra.

#### 4.5.25. Conservación de las obras.

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la Obra durante el plazo de garantía, en caso de que no se esté llevando a cabo el uso de las Obras ejecutadas por parte del Propietario antes de la recepción definitiva, el Ingeniero Director procederá a disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese necesario para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar las Obras el Contratista, bien sea por buena terminación de estas, como en el caso de rescisión de Contrato, está obligado a dejar libre de ocupación y limpias en el plazo que el Ingeniero Director estime oportuno. Después de la recepción provisional de las Obras y en el caso de que la conservación de las Obras corra por cuenta del Contratista, no deberá haber en las mismas más herramientas útiles, materiales, mobiliario, etc. que los indispensables para su guardería, limpieza o para los trabajos que fuesen necesarios llevar a cabo para mantener las anteriores actividades.

En cualquier caso, el Contratista estará obligado a revisar y reparar la Obra durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente Pliego de Condiciones.

### 4.6. Condiciones de índole técnica.

#### 4.6.1. Instalación de contra incendio.

##### 4.6.1.1. Instaladores.

La instalación de aparatos, equipos, sistemas y sus componentes se realizará por Instaladores debidamente autorizados según condicionado del Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (Real Decreto 1942/1993 de 5 de noviembre).

Será responsabilidad de la Contrata la presentación de cuanta documentación sea solicitada por el Ingeniero Director.

La empresa Instaladora deberá proporcionar al fin de obra cuantos certificados de homologación de idoneidad de instalación le sean solicitados por el Ingeniero Director de la Obra.

##### 4.6.1.2. Tratamientos específicos de Protección contra Incendios (medidas pasivas).

Todos los tratamientos encaminados a mejorar las medidas de Protección contra Incendios consistentes en tratamiento de estructuras, sellado de

cerramientos, ignifugación de materiales, etc., deberán ser efectuados por personal y empresa debidamente autorizados y homologados.

Todas estas operaciones deberán ser refrendadas y constatadas mediante el certificado correspondiente de idoneidad y en su caso de homologación.

#### 4.6.1.3. Aparatos, equipos, sistemas y componentes.

Todos los aparatos, equipos, sistemas y componentes deberán justificarse mediante certificación de organismo de control que posibilite la comprobación de conformidad a normas.

La contrata será la encargada de suministrar todos los certificados de conformidad a normas de cuantos equipos, aparatos, sistemas, medios pasivos, etc. hayan sido empleados en la ejecución de la obra.

#### 4.6.1.4. Instalaciones de Extinción de Incendios.

Las instalaciones de contra incendio contempladas en este proyecto son:

- Instalación de Extintores Móviles.

#### 4.6.1.5. Extintores móviles.

Las características, criterios de calidad y ensayos de los extintores móviles se ajustarán a lo especificado en el “Reglamento de Aparatos a Presión” del Ministerio de Industria y Energía, así como en las siguientes normas UNE:

- UNE 23-110-75 “Extintores portátiles de incendio. Parte 1. Designación, duración de funcionamiento. Ensayos de eficacia. Hogares tipo”.
- UNE 23-110-80 “Extintores portátiles de incendio. Parte 2. Estanqueidad, ensayo dieléctrico, ensayo de asentamiento, disposiciones especiales”.
- UNE 23-110-82 “Extintores portátiles de incendio. Parte 3. Construcción, resistencia a la presión, ensayos mecánicos”.

Los extintores se clasifican en los siguientes tipos, en función del agente extintor:

- Extintores de agua.
- Extintor de espuma.
- Extintor de polvo.
- Extintor de anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>).
- Extintor de hidrocarburos halogenados.
- Extintor específico para fuegos de metales.

En todo caso, la eficacia de cada extintor, así como su identificación, según UNE 23-110- 75, estará consignada en la etiqueta de este.

Los extintores se situarán conforme a los siguientes criterios:

- Se situarán donde exista mayor probabilidad de originarse un incendio, próximos a las salidas de los locales y siempre en lugares de fácil visibilidad y acceso.
- Su ubicación deberá señalizarse conforme a lo establecido en el plano correspondiente y el Anexo 1.
- Los extintores portátiles se colocarán sobre soportes fijados a paramentos verticales o pilares, de forma que la parte superior del extintor quede como máximo a 1,70 m. del suelo.
- Los extintores que estén sujetos a posibles daños físicos, químicos o atmosféricos, deberán estar protegidos.

#### 4.6.1.6. Control de materiales.

Se identificará todo el material o equipo que entre en la obra, en función de la parte donde vaya a ser colocado, comprobando el tipo, la clase, la categoría y todas las características aparentes. Si al hacerlo se observa que no cumplen todas las especificaciones del proyecto, se rechazará inmediatamente.

Una vez identificado el material que se va a instalar en la obra, como proceso inicial se comprobará si está en posesión del Sello de Calidad, del Documento de Idoneidad Técnica o de Marca de Conformidad con las normas UNE. Si no es así, la dirección dictaminará si es necesario realizar los ensayos pertinentes para su aceptación.

Independientemente de las anteriores comprobaciones, todo equipo que deba estar homologado por el Ministerio de Industria y Energía, y que deba poseer una autorización de uso, será rechazado inmediatamente si no cumple este requisito.

#### 4.6.2. Instalación de electricidad.

##### 4.6.2.1. Condiciones generales.

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la

Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

#### 4.6.2.2. Canalizaciones eléctricas.

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

##### 4.6.2.2.1. Conductores aislados bajo tubos protectores.

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubos y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos)

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

#### 4.6.2.2.2 Tubos en canalizaciones fijas en superficie.

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:

Características	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	4	Flexible
Propiedades eléctricas	1/2	Continuidad/aislado
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1\text{mm}$
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado $15^\circ$

Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior mediana y exterior elevado y compuestos
Resistencia a la tracción	2	Ligera
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera

Tabla 1. Exigencias de calidad para canalizaciones superficiales.

#### 4.6.2.2.3 Tubos en canalizaciones empotradas.

En los tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas indicadas a continuación:

Características	Código	Grado
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificaciones
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1\text{mm}$
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado $15^\circ$
Resistencia a la corrosión de tubos	2	Protección interior y exterior media

metálicos		
Resistencia a la tracción	0	No declara
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 2. Exigencias de calidad para canalizaciones empotradas.

#### 4.6.2.2.4 Tubos en canalizaciones enterradas.

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

Características	Código	Grado
Resistencia a la compresión	NA	250 N / 450 N / 750 N
Resistencia al impacto	NA	Ligera/Normal/Normal
Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	No aplica
Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	No aplica
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificaciones
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1\text{mm}$
Resistencia a la penetración del agua	3	Contra gotas de agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada

Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada
--------------------------------------	---	--------------

Tabla 3. Exigencias de calidad para canalizaciones enterradas.

#### 4.6.2.3. Instalación.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.

- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos. Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:
- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.

- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

#### 4.6.2.4. Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes.

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de estos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de estos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la

inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

#### 4.6.2.5. Conductores aislados enterrados.

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

#### 4.6.2.6. Conductores aislados directamente empotrados a estructuras.

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de - 5oC y 90oC respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

#### 4.6.2.7. Conductores aislados en el interior de la construcción.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de estos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etc.

#### 4.6.2.8. Conductores aislados bajo canalizaciones protectoras.

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc., siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

Características	Grado	
	Dimensión del lado mayor < 16 mm	Dimensión del lado mayor > 16 mm
Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	+ 15°C	- 5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	+ 60°C	+ 60°C
Propiedades eléctricas/aislante	Aislante	Continuidad
Resistencia a la penetración de	4	No inferior a 2

objetos sólidos		
Resistencia a la penetración del agua	Resistencia a la	No declarada
Resistencia a propagación de la llama	Resistencia a la	No propagador

Tabla 4. Exigencias de calidad para canalizaciones según dimensión de conductor.

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 501085.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE- EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. La tapa de las canales quedará siempre accesible.

#### 4.6.2.9. Conductores aislados bajo moldaduras.

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos. Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables. En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.
- La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 mm<sup>2</sup> serán, como mínimo, de 6 mm.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.
- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del suelo.
- En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.
- Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso (agua, gas, etc.), se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce. La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo de 1 cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3 cm, en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.
- Las conexiones y derivaciones de los conductores se harán mediante dispositivos de conexión con tornillo o sistemas equivalentes.
- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otro material, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.
- Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que la pared está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

#### 4.6.2.10. Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas.

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc., tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de estas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

#### 4.6.2.11. Accesibilidad a las instalaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc., instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

#### 4.6.2.12. Conductores

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

#### 4.6.2.13. Materiales

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
  - o Conductor: de cobre.
  - o Formación: unipolares.
  - o Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
  - o Tensión de prueba: 2.500 V.

- Instalación: bajo tubo.
- Normativa de aplicación: UNE 21.031.
- De 0,6/1 kV de tensión nominal.

Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).

- Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
- Tensión de prueba: 4.000 V.
- Instalación: al aire o en bandeja.
- Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 oC será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm<sup>2</sup> deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

#### 4.6.2.14. Dimensionado

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.
- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de

tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.

- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

#### 4.6.2.15. Identificación de las instalaciones.

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

#### 4.6.2.16. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la siguiente tabla:

Tensión instalación aislamiento (V)	nominal	Tensión corriente continua (V)	ensayo	Resistencia de aislamiento (MW)
---	---------	--------------------------------------	--------	------------------------------------

MBTS o MNTP	250	0,25
< 500 V	500	0,5
> 500 V	1000	1

Tabla 5. Exigencias de aislamiento para las instalaciones.

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2U + 1000$  V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

#### 4.6.2.17. Cajas de empalme.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratuerca y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

#### 4.6.2.18. Mecanismo y tomas de corriente.

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

#### 4.6.2.19. Aparamenta de mando y protección.

##### 4.6.2.19.1 Cuadros eléctricos.

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto.

Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío,

adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provista de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso, nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc.), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc.), paneles sinópticos, etc., se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- Los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- El cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito ( $I_{ka}$ ) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

#### 4.6.2.19.2. Interruptores automáticos.

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobrecargas de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobrecargas para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

#### 4.6.2.19.3. Guardamotores.

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.

La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras.

La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual accionable desde el interior del cuadro.

En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de característica retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos.

Cada contactor llevará dos contactos con normalidad cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

#### 4.6.2.19.4. Fusibles.

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad de ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

#### 4.6.2.19.5. Interruptores diferenciales.

La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

- Protección por aislamiento de las partes activas: Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.
- Protección por medio de barreras o envolventes: las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente. Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD. Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación

suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas. Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- Bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
  - O bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
  - O bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual: esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos. El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a < U$$

Donde:

$R_a$  es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

$I_a$  es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección.

Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.

$U$  es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

#### 4.6.2.20. Secciones.

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

#### Embarrados.

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

#### 4.6.2.21. Prensaestopas y etiquetas.

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

#### 4.6.2.22. Receptores de alumbrado.

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no debe exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc.), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

#### 4.6.2.23. Puesta a tierra.

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte, del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplen los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

#### 4.6.2.24. Uniones a tierra.

##### 4.6.2.24.1 Tomas de tierra.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- Barras, tubos;
- Pletinas, conductores desnudos;
- Placas;
- Anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- Armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- Otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022. El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos

climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

#### 4.6.2.24.2 Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberá estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión	Como en tabla siguiente	16 mm <sup>2</sup> Cu 16 mm <sup>2</sup> Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	20 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro	25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro

Tabla 6. Exigencias en la sección de los conductores enterrados.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

#### 4.6.2.24.3. Bornes de puesta a tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

#### 4.6.2.24.4. Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores fase (mm <sup>2</sup> )	Sección conductores protección (mm <sup>2</sup> )
$S < 16$	S
$16 < S < 35$	16
$S > 35$	$S/2$

*Tabla 7. Exigencias en la sección de los conductores de protección.*

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- Conductores en los cables multiconductores.
- Conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos.
- Conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

#### 4.6.2.25. Inspecciones y pruebas en fábrica.

La aparatenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 ohm.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma. Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la DO.

#### 4.6.2.26. Control.

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que, por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

#### 4.6.2.27. Seguridad.

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de esta como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricas, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrar.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.
- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

#### 4.6.2.28. Limpieza.

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

#### 4.6.2.29. Mantenimiento.

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

#### 4.6.2.30. Criterios de medición.

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a los especificado en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en el Pliego Particular de Condiciones que les sea de aplicación, o incluso tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios

que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapas, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc.), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción.

Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas.

La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.

El transporte de los materiales en el interior de la obra estará a cargo de la EIM.

#### 4.6.3 Instalación de ventilación.

##### 4.6.3.1. Normativa de cumplimiento obligatorio.

Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento

Electrotécnico de Baja Tensión. REBT 2002.

Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. (RITE).

Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.

##### 4.6.3.2. Condiciones de los elementos.

###### 4.6.3.2.1. Rejillas:

La posición será la reflejada en la DT o, en su defecto, la indicada por la DF. Quedará plana sobre el alojamiento.

La rejilla fijada al marco quedará sólidamente unida al marco de montaje mediante el fijado con tornillos o a presión, al marco de montaje. La rejilla apoyada sobre el marco quedará situada en su alojamiento ejerciendo una cierta presión. Será manipulable manualmente.

Las tolerancias de posición serán las definidas en la partida de obra del conducto. Si la unidad terminal de retorno no incorpora ningún dispositivo de recogida de suciedad, su parte inferior debe quedar a una distancia mínima de 10 cm del suelo. Si la unidad terminal de impulsión permite la entrada de un cuerpo extraño de tamaño superior o igual a 10 mm, entonces esta debe ir colocada a una distancia mínima de 2 m del suelo, medida respecto a su parte inferior.

#### 4.6.3.2.2. Difusores:

El difusor quedará sólidamente fijado con los tornillos de fijación centrales. La posición será la reflejada en la DT o, en su defecto, la indicada por la DF. Quedará plano sobre el soporte. Las tolerancias de posición serán las definidas en la partida de obra del conducto.

Si la unidad terminal de impulsión permite la entrada de un cuerpo extraño de tamaño superior o igual a 10 mm, entonces esta debe ir colocada a una distancia mínima de 2 m del suelo, medida respecto a su parte inferior.

#### 4.6.3.2.3. Conductos circulares:

La situación del conducto será la reflejada en la DT o la indicada por la DF. Los conductos horizontales pasarán cerca del forjado y con una inclinación ascendente  $\geq 3\%$ . Los conductos para el transporte de aire no pueden albergar conducciones de otras instalaciones mecánicas o eléctricas, ni ser atravesados por estas.

El sistema de soporte de un conducto debe tener las dimensiones de los elementos que lo constituyen y debe estar espaciado de tal modo que pueda soportar, sin ceder, el peso del conducto y de su aislamiento térmico, en su caso, además de su propio peso. El sistema de soporte no debe debilitar la estructura del edificio y la relación entre la carga que graba sobre el elemento de anclaje y la carga que determina el arranque de este no debe ser nunca inferior a 1:4. Si los conductos están colgados del techo, el tirante vertical tendrá una desviación  $\leq 10^\circ$  respecto a la vertical. Los soportes se colocarán cerca de las uniones entre tramos.

Las uniones entre los conductos se harán mediante manguitos de unión y se sellarán. Las uniones entre los accesorios y los conductos se harán directamente. Los accesorios estarán normalizados. En las uniones con conductos de obra el tubo se introducirá dentro del conducto 1 o 2 cm. Si el tubo debe ir revestido con conducto de obra, habrá una distancia  $\geq 5$  cm entre el

conducto y el tubo, para facilitar la circulación del aire. El paso a través de elementos estructurales y de cierre se hará con pasamuros de diámetro, como mínimo, 4 cm mayor que el diámetro del conducto si el elemento es de material incombustible y si el elemento es combustible el diámetro del pasamuros será 10 cm mayor, como mínimo. El espacio entre los conductos se rellenará con material incombustible.

Los conductos verticales se soportarán mediante perfiles a un forjado o a una pared vertical. La fijación de los conductos a los manguitos de unión se realizará mediante tornillos autorroscantes o remaches.

Se cumplirá la distancia máxima entre soportes horizontales según norma UNE-EN 12236.

Distancia máxima permitida entre soportes verticales:

- Para conductos de hasta 800 mm de diámetro:  $\leq 8$  m
- Para conductos de diámetros superiores a 800 mm:  $\leq 4$  m

Tolerancias de instalación:

- Aplomado:  $2/1000, \leq 15$  mm

Para conductos de aluminio rígido, acero inoxidable o plancha de acero galvanizada la distancia entre soportes en los tramos horizontales ha de ser  $\leq 3,5$ m y en tramos verticales  $\leq 8$ m.

Para conductos de aluminio flexible la distancia entre soportes en los tramos horizontales debe ser  $\leq 1,5$ m y en los tramos verticales  $\leq 3$ m

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

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

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

Los conductos flexibles se instalarán totalmente desplegados y con curvas de radio igual o mayor que el diámetro nominal. La longitud máxima permitida es de 1,2 m.

Si el tubo flexible de aluminio se suministra comprimido se estirará hasta cinco veces su longitud para instalarlo. Los radios de curvatura mínimos serán iguales al diámetro exterior.

Antes de empezar los trabajos de montaje, se hará un replanteo que deberá ser aprobado por la DF. Los conductos se deben inspeccionar y limpiar antes de su colocación.

#### Conductos para ventilación mecánica.

El conducto tendrá trazado vertical, excepto en los tramos de conexión de las aberturas de extracción o ramales correspondientes. Tendrá un acabado que dificulte la acumulación de suciedad y será practicable para registro y limpieza en la coronación y en el arranque.

Cuando en la pared de los conductos se pueda llegar a la temperatura de rocío, deberán ir aislados térmicamente para evitar condensaciones. El conducto que atraviese elementos separadores de sectores de incendio cumplirá las condiciones de resistencia al fuego del apartado 3 de la sección SI1 del CTE. Será estanco al aire para su presión de dimensionado.

La boca de expulsión, o extremo exterior del conducto de extracción, dispondrá de malla antipájaros o elemento similar.

Estará separada:

- De cualquier elemento de entrada de ventilación:  $d \geq 3 \text{ m}$
- De zonas ocupadas habitualmente:  $d \geq 3 \text{ m}$

Se preverá el paso de los conductos a través de los forjados y otros elementos de partición horizontal de tal forma que se ejecuten los necesarios brochales o zunchos. Los huecos de paso del forjado proporcionarán una holgura perimetral de 20 mm que se rellenará con aislamiento térmico.

Se cuidarán las uniones previstas para asegurar la estanqueidad de las juntas.

Las aberturas de extracción conectadas a los conductos se taparán adecuadamente para evitar la entrada de escombros u otros objetos hasta que se coloquen los correspondientes elementos de protección.

#### 4.6.4. Pruebas de las instalaciones.

Será de obligatoriedad en todas las instalaciones realizar una prueba previa a la finalización de la instalación, de forma que se confirme la integridad y buen funcionamiento de todas las partes de estas.

#### 4.6.5. Observaciones.

El Ingeniero no será responsable, ante la Entidad Propietaria, de la demora de los Organismos Competentes en la tramitación del proyecto ni de la tardanza de su aprobación. La gestión de la tramitación se considera ajena al Ingeniero.

La orden de comienzo de la obra será indicada por el Sr. Propietario, quién responderá de ello si no dispone de los permisos correspondientes.

Los documentos del Proyecto redactados por el Ingeniero que suscribe, y el conjunto de normas y condiciones que figuran en el presente Pliego de condiciones, y también las que, de acuerdo con éste, sean de aplicación en el "Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación", constituyen el Contrato que determina y regula las obligaciones y derechos de ambas partes contratantes, las cuales se obligan a dirimir todas las divergencias que hasta su total cumplimiento pudieran surgir, por amigables componedores y preferentemente por el Ingeniero Director de los Trabajos.



# INSTALACIÓN ELÉCTRICA, CONTRA INCENDIOS Y DE VENTILACIÓN DE UN GIMNASIO

---

Trabajo de Fin de Grado

# PRESUPUESTO

Presupuesto parcial nº 1 Instalaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>1.1.- Eléctricas</b>					
1.1.2	M	Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Ccas1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).			
		Total m .....	60,000	1,22	73,20
1.1.3	M	Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Ccas1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).			
		Total m .....	120,000	1,65	198,00
<b>1.1.4.- Cajas generales de protección</b>					
1.1.4.1	Ud	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 100 A, esquema 7.			
		Total ud .....	1,000	278,42	278,42
<b>Total subcapítulo 1.1.4.- Cajas generales de protección:</b>					<b>278,42</b>
<b>1.1.5.- Derivaciones individuales</b>					
1.1.5.1	M	Derivación individual monofásica fija en superficie para local comercial u oficina, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G10 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de PVC rígido, blindado, de 40 mm de diámetro.			
		Total m .....	15,000	17,32	259,80
<b>Total subcapítulo 1.1.5.- Derivaciones individuales:</b>					<b>259,80</b>
<b>1.1.6.- Aparamenta</b>					
1.1.6.1	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 32 A, poder de corte 6 kA, curva C.			
		Total ud .....	1,000	43,78	43,78
1.1.6.2	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 10 A, poder de corte 6 kA, curva C.			
		Total ud .....	1,000	34,07	34,07
1.1.6.3	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 16 A, poder de corte 6 kA, curva C, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1			
		Total ud .....	4,000	28,64	114,56
1.1.6.4	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 20 A, poder de corte 6 kA, curva C, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1.			
		Total ud .....	1,000	34,07	34,07
1.1.6.5	Ud	Interruptor diferencial instantáneo superinmunizado, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 30 mA, poder de corte 6 kA, clase Asi, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 61008-1.			
		Total ud .....	1,000	236,49	236,49
1.1.6.6	Ud	Conjunto fusible, formado por fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 50 A, poder de corte 120 kA, tamaño T00 y base para fusible de cuchillas, unipolar (1P), intensidad nominal 160 A.			
		Total ud .....	1,000	17,99	17,99
<b>Total subcapítulo 1.1.6.- Aparamenta:</b>					<b>480,96</b>
<b>Total subcapítulo 1.1.- Eléctricas:</b>					<b>1.290,38</b>

**1.2.- Iluminación**

**1.2.1.- Interior**

**Presupuesto parcial nº 1 Instalaciones**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.2.1.1	Ud	Philips BN126C PSU L1500			
		Total ud .....	3,000	143,32	429,96
1.2.1.2	Ud	PHILIPS RC132V G5 PSU			
		Total ud .....	30,000	60,75	1.822,50
		<b>Total subcapítulo 1.2.1.- Interior:</b>			<b>2.252,46</b>
<b>1.2.2.- Contra incendios</b>					
<b>1.2.2.1.- Alumbrado de emergencia</b>					
1.2.2.1.1	Ud	Hydra LD N3			
		Total ud .....	18,000	54,73	985,14
		<b>Total subcapítulo 1.2.2.1.- Alumbrado de emergencia:</b>			<b>985,14</b>
<b>1.2.2.2.- Señalización</b>					
1.2.2.2.1	Ud	Placa de señalización de equipos contra incendios, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 210x210 mm. Incluso elementos de fijación.			
		Total ud .....	3,000	11,80	35,40
1.2.2.2.2	Ud	Placa de señalización de medios de evacuación, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 224x224 mm. Incluso elementos de fijación.			
		Total ud .....	10,000	15,30	153,00
		<b>Total subcapítulo 1.2.2.2.- Señalización:</b>			<b>188,40</b>
<b>1.2.2.3.- Extintores</b>					
1.2.2.3.1	Ud	Extintor portátil de nieve carbónica CO2, de eficacia 89B, con 5 kg de agente extintor, con manguera y trompa difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje.			
		Total ud .....	1,000	85,78	85,78
1.2.2.3.2	Ud	Extintor portátil hídrico (agua pulverizada + aditivos), de eficacia 21A-183B-75F, con 6 litros de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje.			
		Total ud .....	2,000	68,47	136,94
		<b>Total subcapítulo 1.2.2.3.- Extintores:</b>			<b>222,72</b>
		<b>Total subcapítulo 1.2.2.- Contra incendios:</b>			<b>1.396,26</b>
		<b>Total subcapítulo 1.2.- Iluminación:</b>			<b>3.648,72</b>
<b>1.3.- Ventilación</b>					
<b>1.3.1.- Ventilación mecánica para viviendas</b>					
1.3.1.1	Ud	ventilador centrifugo de baja presión S&P modelo CMB-10/10 373 4P C VR			
		Total ud .....	2,000	953,89	1.907,78
1.3.1.2	Ud	Ventiladores helicoidales para instalar en cristal o pared, con carcasa de plástico ABS, persiana incorporada, motor 230V-50Hz, IPX4, Clase II. Gama compuesta por 3 diámetros: 150, 230 y 300 mm., con diferentes opciones de funcionamiento según las necesidades de la instalación.			
		Total ud .....	2,000	322,30	644,60
1.3.1.3	Ud	Rejilla de plástico, con lamas horizontales fijas, salida de aire perpendicular a la rejilla, color blanco RAL 9010, para conducto de admisión o extracción, de 125 mm de diámetro. Incluso elementos de fijación.			
		Total ud .....	16,000	24,86	397,76
		<b>Total subcapítulo 1.3.1.- Ventilación mecánica para viviendas:</b>			<b>2.950,14</b>
<b>1.3.2.- Conductos de admisión y extracción para ventilación</b>					
1.3.2.1	M <sup>2</sup>	Conductos de chapa galvanizada de 0,6 mm de espesor y juntas transversales con vaina deslizante tipo bayoneta.			

**Presupuesto parcial nº 1 Instalaciones**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>	
			<b>Total m² .....:</b>	<b>47,000</b>	<b>24,25</b>	<b>1.139,75</b>
1.3.2.2	Ud	Filtros F7 tipo panel Caexven				
			<b>Total ud .....:</b>	<b>4,000</b>	<b>35,10</b>	<b>140,40</b>
						<b>1.280,15</b>
						<b>4.230,29</b>
						<b>9.169,39</b>

## Presupuesto de ejecución material

---

<b>1 instalaciones</b>	<b>9.169,39</b>
1.1.- Eléctricas	1.290,38
1.1.4.- Cajas generales de protección	278,42
1.1.5.- Derivaciones individuales	259,80
1.1.6.- Aparamenta	480,96
1.2.- Iluminación	3.648,72
1.2.1.- Interior	2.252,46
1.2.2.- Contra incendios	1.396,26
1.2.2.1.- Alumbrado de emergencia	985,14
1.2.2.2.- Señalización	188,40
1.2.2.3.- Extintores	222,72
1.3.- Ventilación	4.230,29
1.3.1.- Ventilación mecánica para viviendas	2.950,14
1.3.2.- Conductos de admisión y extracción para ventilación	1.280,15
Presupuesto de ejecución material	<i>Total.....</i> 9.169,39
Gastos indirectos (16%)	1467,10
Beneficio (6%)	550,16
	<i>Total.....</i> 11.186,65
IGIC (7%)	783,07

Presupuesto de ejecución por contrata *Total.....* **11.969,72**

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de **ONCE MIL NOVECIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS CON SETENTA Y DOS CÉNTIMOS.**

## Conclusions:

The mechanical ventilation, electric installation, and fire protection installation for this project were meticulously planned and executed with great success. Each aspect of the project was carefully considered to ensure the safety, efficiency, and functionality of the building.

The mechanical ventilation system was designed to provide a comfortable and healthy indoor environment by effectively circulating fresh air and removing pollutants. The ventilation system was strategically placed and adequately sized to meet the specific requirements of each area within the building. This planning resulted in optimal air quality and ventilation performance throughout the entire facility.

The electric installation was designed to provide a reliable and efficient electrical infrastructure. The electrical system was configured to meet the power demands of the building, considering factors such as lighting, equipment, and safety regulations..

Additionally, the fire protection installation was a crucial component of the project, ensuring the safety of the occupants and the protection of the building. The installation included fire extinguishers and emergency illumination. These systems were strategically placed and integrated into the building's design, complying with all applicable fire safety codes and regulations.

In the end, a budget takes into account all necessary materials, equipment, labor costs, and any additional expenses associated with the installations.