

## **TRABAJO FIN DE GRADO**

### **INSTALACIONES DE UN TALLER DE MOTOCICLETAS**

**Titulación:** Grado de Ingeniería Mecánica

**Autor:** Donato Arbelo Hernández

**Tutora:** Beatriz Trujillo Martín



## HOJA DE IDENTIFICACIÓN.

### TÍTULO DEL PROYECTO:

Taller Mecánico de motocicletas.

### EMPLAZAMIENTO:

- **Dirección:** Polígono Industrial Valle de Güímar, Nave 10-J de la manzana XV
- **Municipio:** Güímar
- **Código postal:** 38508
- **Provincia:** Santa Cruz de Tenerife

### DATOS DEL PROYECTISTA:

- **Autor:** Donato Arbelo Hernández
- **NIF:** 78613633-R
- **Correo electrónico:** alu0100491517@ull.edu.es

### PETICIONARIO:

### PROMOTOR:

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología (ESIT).

- **Dirección:** Av. Astrofísico Francisco Sánchez, San Cristóbal de La Laguna, Tenerife.
- **Código postal:** 38206
- **Teléfono de contacto:** 922845289
- **Correo electrónico:** esit@ull.edu.

## **RESUMEN.**

En este proyecto se ha estudiado las Instalaciones adecuadas que se deben aplicar para un taller de mecánica de reparación y mantenimiento de motocicletas con tienda de accesorios y equipaje.

Para el desarrollo de estas actividades se dispone de una nave que se deberá distribuir adecuadamente para desarrollar la actividad.

El espacio quedará dividido en diferentes zonas:

- Taller
- Recepción, sala de espera con aseos para el público.
- Tienda
- Oficina
- Dos almacenes
- Sala Máquinas
- Sala común con aseos para los empleados

Las instalaciones que se van a diseñar para esta actividad son:

- Instalación eléctrica: Diseño de la instalación de fuerza necesaria para el desarrollo de la actividad.

- Instalación luminotécnica: Diseño de la instalación luminotécnica necesaria para el desarrollo de la actividad.

- Instalación de Aire Comprimido: Diseño de la red de distribución de aire comprimido y dimensionamiento del compresor.

## **ABSTRACT.**

This project aims to:

Study the appropriate facilities that a mechanical repair or motorcycle maintenance shop must have.

In addition, the appropriate facilities for accessories and luggage store.

For the development of these activities an industrial warehouse is available. The shop must be specifically distributed to develop the different activities.

The space will be divided into different zones:

- higher
- Reception and waiting room. This area will have toilets.
- Store
- Office
- Two stores
- Machines Room
- Common room with toilets for employees

The facilities that are going to be designed for this activity are:

- Electrical installation: Design of the force installation necessary for the development of the activity.
- Lighting installation: Design of the lighting installation necessary for the development of the activity.
- Compressed Air Installation: Design of the air distribution network compressed and compressor sizing.



## **ÍNDICE GENERAL**

- 1 Memoria.
2. Anexos.
  - 2.1 Cálculos Justificativos Instalación Eléctrica.
  - 2.2 Cálculos Justificativos Instalación Luminotécnica.
  - 2.3 Cálculos Justificativos Instalación Aire comprimido.
  - 2.4 Estudio Básico de Seguridad y Salud.
- 3 Planos.
- 4 Pliego de condiciones.
- 5 Mediciones y presupuesto.



## **TRABAJO FIN DE GRADO**

**INSTALACIONES DE UN TALLER DE MOTOCICLETAS.**

### **MEMORIA**

**Titulación:** Grado de Ingeniería Mecánica

**Autor:** Donato Arbelo Hernández

**Tutora:** Beatriz Trujillo Martín



## ÍNDICE MEMORIA

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 Aspectos generales.....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>1.1 Objeto .....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>1.2 Alcance.....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>1.3 Peticionario.....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>1.4 Datos de redactor del proyecto.....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>1.5 Antecedentes.....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>1.5.1 Emplazamiento.....</b>   | <b>2</b>  |
| <b>1.5.2 Descripción del edificio.....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>1.6 Reglamentación aplicada.....</b>   | <b>2</b>  |
| <b>1.7 Programas de cálculo.....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>1.8 Maquinaria y herramientas.....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>2 Descripción de la propuesta técnica.....</b>                                       | <b>6</b>  |
| <b>2.1 Instalación eléctrica .....</b>  | <b>6</b>  |
| <b>2.1.1 Previsión de potencia.....</b>   | <b>6</b>  |
| <b>2.1.2 Tipo de suministro.....</b>  | <b>6</b>  |
| <b>2.1.3 Instalación de enlace.....</b>   | <b>7</b>  |
| <b>2.1.3.1 Acometida.....</b>   | <b>8</b>  |
| <b>2.1.3.2 Línea general de alimentación.....</b>                                       | <b>8</b>  |
| <b>2.1.3.3 Caja general de protección y medida (CPM).....</b>                           | <b>8</b>  |
| <b>2.1.3.4 Derivación individual.....</b>   | <b>9</b>  |
| <b>2.1.3.4.1 Calculo de la sección del conductor (DI).....</b>                          | <b>9</b>  |
| <b>2.1.3.4.2 Cálculo de la sección del conductor de<br/>Protección.....</b>             | <b>10</b> |
| <b>2.1.3.4.3 Canalización de la derivación individual.....</b>                          | <b>10</b> |
| <b>2.1.3.4.4 Protección contra sobrecorrientes de la<br/>derivación individual.....</b> | <b>10</b> |
| <b>2.1.3.4.5 Resumen derivación individual.....</b>                                     | <b>10</b> |
| <b>2.1.4 Interruptor general de control de potencia (ICP) .....</b>                     | <b>11</b> |
| <b>2.1.5 Dispositivos de mando y protección.....</b>                                    | <b>11</b> |
| <b>2.1.6 Instalaciones interiores o receptoras.....</b>                                 | <b>12</b> |
| <b>2.1.6.1 Conductores.....</b>   | <b>12</b> |
| <b>2.1.6.2 Canalizaciones.....</b>  | <b>14</b> |
| <b>2.1.7 Puesta a tierra.....</b>   | <b>14</b> |
| <b>2.2 Instalación luminotécnica.....</b>   | <b>17</b> |
| <b>2.2.1 Instalación luminotécnica.....</b>   | <b>17</b> |
| <b>2.2.1.1 Sistema de alumbrado.....</b>  | <b>17</b> |
| <b>2.2.1.2 Método de alumbrado.....</b>   | <b>17</b> |
| <b>2.2.1.3 Tipo Luminarias.....</b>   | <b>17</b> |
| <b>2.2.1.4 Tipo de lámparas empleadas.....</b>  | <b>17</b> |
| <b>2.2.1.5 Criterios de diseño.....</b>   | <b>17</b> |
| <b>2.2.1.5.1 Altura del plano de trabajo.....</b>                                       | <b>18</b> |
| <b>2.2.1.5.2 Altura de suspensión luminarias.....</b>                                   | <b>18</b> |
| <b>2.2.1.5.3 Coeficiente de reflexión.....</b>  | <b>20</b> |
| <b>2.2.1.5.4 Factor de conservación o de mantenimiento.....</b>                         | <b>20</b> |
| <b>2.2.1.5.5 Factor de utilización.....</b>   | <b>21</b> |
| <b>2.2.1.6 Calculo del sistema de iluminación.....</b>                                  | <b>21</b> |
| <b>2.2.1.6.1 Estudio iluminación taller.....</b>  | <b>21</b> |
| <b>2.2.1.7 Luminarias empleadas.....</b>  | <b>22</b> |
| <b>2.2.2 Luminarias de emergencia.....</b>  | <b>22</b> |
| <b>2.3.- Instalación de aire comprimido .....</b>                                       | <b>23</b> |
| <b>3.- Presupuesto.....</b>   | <b>27</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>4.- Orden de prioridad de los documentos.....</b> | <b>28</b> |
| <b>5.- Conclusión.....</b>                           | <b>29</b> |

## **1 Aspectos generales**

### **1.1 Objeto**

El objeto del presente proyecto es realizar los estudios necesarios para definir, diseñar, calcular y presupuestar los elementos necesarios, de acuerdo a las normativas y reglamento vigentes, para la realización de un Concesionario de Motocicletas.

### **1.2 Alcance**

El proyecto consiste en acondicionar una nave industrial para las actividades descritas anteriormente. Este acondicionamiento consistiría en el diseño de las instalaciones mínimas necesarias para la puesta en marcha del mismo.

Las instalaciones a diseñar serán las siguientes:

- Instalación eléctrica.
- Sistemas de iluminación.
- Instalación aire comprimido.

### **1.3.- Peticionario**

El peticionario del presente proyecto es la asignatura “Trabajo de Fin de Grado”, de la titulación Grado en Mecánica de la Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología de la Universidad de La Laguna de Tenerife, con domicilio social en el Campus Universitario de Anchieta, Termino Municipal de La Laguna.

### **1.4 Datos del redactor del proyecto**

- **Autor:** Donato Arbelo Hernández
- **DNI:** 78613633-R
- **Correo electrónico:** alu0100491517@ull.edu.es
- **Título:** Instalaciones de un concesionario de motocicletas.
- **Grado:** Grado en Ingeniería Mecánica

### **1.5 Antecedentes**

Se parte de una nave con unas instalaciones existentes que no serán objeto de este proyecto:

- Agua sanitaria
- Extracción de humos
- Ventilación
- Sistema Contra incendios

Estas instalaciones son insuficientes para poder llevar a cabo la actividad que se desea realizar por lo que es necesario proyectar:

- Instalación eléctrica.
- Sistemas de iluminación.
- Instalación aire comprimido.

Es necesario proyectar dichas instalaciones para que la nave quede acondicionada y preparada para desarrollar la actividad prevista.

### **1.5.1 Emplazamiento**

Se encuentra ubicada en el Polígono Industrial Valle de Güímar en Nave 10-J de la manzana XV, municipio de Güímar, provincia Santa Cruz de Tenerife, Islas Canarias. Código postal 38508.

La parcela consta de una superficie total de 673'67 m<sup>2</sup>. La superficie se divide en: construida de 460'56 m<sup>2</sup>, útil interior de la Nave de 447'51 m<sup>2</sup> y útil exterior de 197'42 m<sup>2</sup>

### **1.5.2 Descripción del edificio**

La nave cuenta con una altura interior de 8 m, excepto en los aseos (trabajadores como los públicos), oficina, sala de espera y cuarto de cuadro general que presentan una altura de 3 m.

La nave dispone de dos accesos diferenciados:

- Una para clientes y personal.
- Para vehículos y personal.

La edificación tiene una superficie total de 460'56 m<sup>2</sup>, dividida en diferentes zonas:

- Taller: 212'58 m<sup>2</sup>.
- Oficina: 15'94 m<sup>2</sup>.
- Cuadro General (Sala de máquinas): 14'26 m<sup>2</sup>.
- Aseos: 4'76 m<sup>2</sup>.
- Recepción y sala de espera: 32'50 m<sup>2</sup>.
- Tienda: 38'45 m<sup>2</sup>.
- Almacén 1: 34'46 m<sup>2</sup>.
- Almacén 2: 31'98 m<sup>2</sup>.
- Aseo y Duchas Empleados: 16'14 m<sup>2</sup>.
- Sala Común 22'01 m<sup>2</sup>.

### **1.6 Reglamentación aplicada**

Para la realización del proyecto se ha utilizado la siguiente reglamentación:

- Normas UNE / EN / ISO / ANSI / DIN de obligado cumplimiento.

- Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, corrección de errores, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos a presión.
- Real decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, y con la Orden de 16 de abril de 1998, los materiales, aparatos, equipos, sistemas o sus componentes sujetos a marca de conformidad con normas incluidos en el proyecto.
- RESOLUCIÓN de 18 de enero de 1988 del Ministerio de Industria y Energía, por la que se autoriza el empleo del sistema de instalación con conductores aislados bajo canales protectores de material plástico.
- Real Decreto 485/1997, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud en el trabajo.
- 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.
- Real Decreto 773/97, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección personal.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la Seguridad y Salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- RD 842/2002 del 2 de agosto y publicado en el BOE nº 224 de 18 de septiembre de 2002 de conformidad con el Consejo de Estado y modificado por el RD560/2010 - Guía Técnica de Aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).
- Real Decreto 2267/2004, de 3 diciembre, Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, del Ministerio de la Vivienda.
- ORDEN de 25 de mayo de 2007, por la que se regula el procedimiento telemático para la puesta en servicio de instalaciones eléctricas de baja tensión.
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 141/2009, de 10 de noviembre, por el que se regula la autorización, conexión y mantenimiento de las instalaciones eléctricas en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Canarias.
- Real Decreto 455/2010, de 16 de abril por el que se regulan la actividad industrial y la prestación de servicios en los talleres de reparación de vehículos automóviles, de sus equipos y componentes.
- Orden de 16 de abril de 2010, por la que se aprueban las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de suministro de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U. y Distribuidora Electrica del puerto de la Cruz, S.A.U., en el territorio de la Comunidad Autónoma de Canarias.

- Guía Técnica de aplicación al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE «Ahorro de Energía», del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52, del Reglamento Electrotécnico para baja tensión aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo.
- Código técnico de la edificación, DB SU 4 - Documento básico de seguridad de utilización frente al riesgo causado por iluminación inadecuada.
- NTP 211: Iluminación de los centros de trabajo. Guía de buenas prácticas.

### **1.7 Programas de cálculo**

Para la realización de este proyecto se ha empleado el siguiente software:

- Autocad 2019.
- Dialux Evo 8.2
- Daisa 8.0
- Paquete Office de Microsoft

### **1.8 Maquinaria y herramientas**

El taller estará equipado con la maquinaria descrita en la tabla 1, mientras la maquinaria neumática se describe en la tabla 2. El resto de herramientas que se suelen usar en el taller no han sido del estudio directo de este proyecto.

**Tabla 1 - Maquinaria**

| Elevadores                          |                       | Desmontadora de neumáticos          |   | Compresor                     |                         |
|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|---|-------------------------------|-------------------------|
| Hidroneumático                      |                       | Eléctrica Neumática                 |   | Neumático                     |                         |
| Metalworks TPSL700                  |                       | Sicam Colibrí BL 512                |   | Puska PRB 20                  |                         |
| Ficha técnica                       |                       | Ficha técnica                       |   | Ficha técnica                 |                         |
| <b>Código</b>                       | 758725060             | <b>Peso</b>                         | 202 kg  | <b>Potencia</b>               | 15 kW                   |
| <b>Capacidad de carga</b>           | 680 kg                | <b>Alimentación</b>                 | 110V 1ph 60Hz<br>230V 1ph 50-60Hz<br>230/400V 3hp<br>50Hz | <b>Alimentación</b>           | 400 v - 3 Ph<br>- 50 Hz |
| <b>Ancho</b>                        | 1200 mm               | <b>Potencia</b>                     | 1 hp<br>1,5 hp<br>0'75 hp                                 | <b>Caudal máximo</b>          | 2696 l/min              |
| <b>Longitud</b>                     | 2000 mm               | <b>Velocidad de rotación</b>        | 7 rpm   | <b>Presión máxima</b>         | 13 bar                  |
| <b>Altura mínima</b>                | 181'5 mm              | <b>Presión</b>                      | 8 - 10 bar  | <b>Capacidad del deposito</b> | 500 l                   |
| <b>Altura máxima</b>                | 820 mm                | <b>Capacidad de bloque interno</b>  | 10- 20 "  | <b>Nivel de ruido</b>         | 68 dB                   |
| <b>Dimensiones superficie carga</b> | 1.995 x<br>1.218 mm   | <b>Capacidad de bloqueo externo</b> | 12- 22"   |                               |                         |
| <b>Dimensiones de la rampa</b>      | 550 x 1.218<br>mm     | <b>Anchura máxima de neumático</b>  | 9"  |                               |                         |
| <b>Dimensiones de la bomba</b>      | 600 x 240 x<br>380 mm | <b>Diámetro máximo de neumático</b> | 1100 mm   |                               |                         |
| <b>Presión de aire</b>              | 0,75-0,85<br>Mpa      | <b>Fuerza masa</b>                  | 10000 N   |                               |                         |
| <b>Entrada de aire de montaje</b>   | 1/4 pulg<br>NPT       |                                     |   |                               |                         |
| <b>Peso neto</b>                    | 174 kg                |                                     |   |                               |                         |

**Tabla 2 - Herramientas**

| Pistola de Impacto ½"        |                         | Pistola de Impacto           |                       | Carraca                      |                       |
|------------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|
| Neumático                    |                         | Neumático                    |                       | Neumático                    |                       |
| Rodcraft RC2267              |                         | Rodcraft RC2377              |                       | Rodcraft RC3600              |                       |
| Ficha técnica                |                         | Ficha técnica                |                       | Ficha Técnica                |                       |
| <b>Salida</b>                | ½"                      | <b>Salida</b>                | 3/4"                  | <b>Salida</b>                | ½"                    |
| <b>Par</b>                   | 480 N.m                 | <b>Par</b>                   | 1300 N.m              | <b>Par</b>                   | 60 N.m                |
| <b>Par</b>                   | 660 N.m                 | <b>Par</b>                   | 1950 N.m              | <b>Par</b>                   | 90 N.m                |
| <b>Velocidad</b>             | 10200 min <sup>-1</sup> | <b>Velocidad</b>             | 5760 rpm              | <b>Velocidad</b>             | 170 rpm               |
| <b>Peso</b>                  | 1'25 kg                 | <b>Peso</b>                  | 4'1 kg                | <b>Peso</b>                  | 1'25 kg               |
| <b>Manguera</b>              | 8 mm                    | <b>Manguera</b>              | 13 mm                 | <b>Manguera</b>              | 8 mm                  |
| <b>Consumo medio de aire</b> | 180 l/min               | <b>Consumo medio de aire</b> | 255 l/min             | <b>Consumo medio de aire</b> | 170 l/min             |
| <b>Consumo de aire</b>       | 520 l/min               | <b>Consumo de aire</b>       | 972 l/min             | <b>Consumo de aire</b>       | 460 l/min             |
| <b>Entrada de aire</b>       | ¼" IG                   | <b>Entrada de aire</b>       | 3/8" IG               | <b>Entrada de aire</b>       | ¼" IG                 |
| <b>Sistema de impacto</b>    | DUOPACT                 | <b>Sistema de impacto</b>    | DUOPACT               |                              |                       |
| <b>Sonido LpA</b>            | 93 dB                   | <b>Sonido LpA</b>            | 96'8 dB               | <b>Sonido LpA</b>            | 85'4 dB               |
| <b>Vibración</b>             | 6'9 m/s <sup>2</sup>    | <b>Vibración</b>             | 14'5 m/s <sup>2</sup> | <b>Vibración</b>             | 4'95 m/s <sup>2</sup> |

## 2 Propuesta técnica

### 2.1 Instalación eléctrica

#### 2.1.1 Previsión de carga

La previsión de cargas para suministros de baja tensión viene definida por ITC-BT-10.

La previsión de cargas de la instalación eléctrica se determina comparando dos cálculos diferenciados. De estos dos cálculos diferenciados, se tomará el valor más desfavorable. Previsión de cargas según:

-ITC-BT-10

-Cargas receptores.

El presente local queda definido como edificio destinado a una industria específica.

Según el reglamento de baja tensión la demanda de potencia determinará la carga a prever que no podrá ser nunca inferior a 125 W/m<sup>2</sup> y planta, por local de 10.350 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad de 1. El edificio industrial consta de 460'56 m<sup>2</sup>, dando una previsión mínima de carga de 57.570 W.

Por el método de las cargas receptoras se obtiene una previsión de carga de 57470 kW.

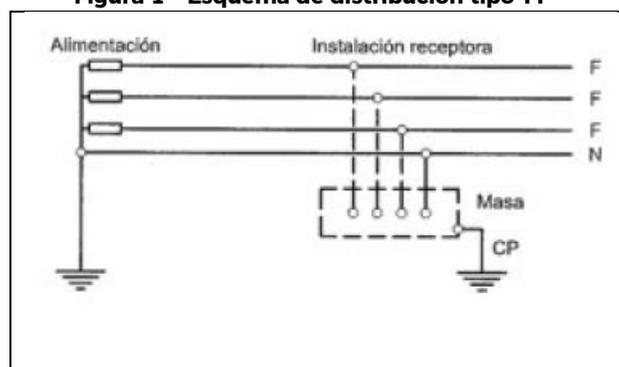
Por tanto, se tomará el valor de previsión de cargas dado por el primer método que es la potencia prevista de la instalación según la ITC-BT-10 que marca la mínima carga. La potencia de diseño queda:

$$P_D = 57570 \text{ W}$$

#### 2.1.2 Tipo de suministro

El esquema que se seleccionará para la distribución de la energía es de tipo TT. La ITC-BT-8 del reglamento electrónico de baja tensión dispone dicho tipo de esquema presenta un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación.

**Figura 1 - Esquema de distribución tipo TT**



En este esquema las intensidades de defecto fase – masa o fase – tierra pueden tener valores inferiores a las de cortocircuito, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.

El esquema de distribución TT es el que más se emplea en las redes de distribución pública de baja tensión. El sistema de protección asociado consiste en la combinación de la puesta a tierra de las masas y el uso del interruptor diferencial como elemento de corte ante un fallo de aislamiento en los conductores de la instalación receptora.

En general, el bucle de defecto incluye resistencia de paso a tierra en alguna parte del circuito de defecto, lo que no excluye la posibilidad de conexiones eléctricas voluntarias o no, entre la zona de la toma de tierra de las masas de la instalación y la de alimentación. Aunque ambas tomas de tierra no sean independientes, el esquema sigue siendo un esquema TT si no se cumplen todas las condiciones del esquema TN. Dicho de otra forma, no se tienen en cuenta las posibles conexiones entre ambas zonas de toma de tierra para la determinación de las condiciones de protección.

### **2.1.3 Instalaciones de enlace**

ITC-BT-12, define las Instalaciones de enlace.

Se denominan instalaciones de enlace aquellas que unen la caja general de protección o cajas generales de protección, incluidas estas, con las instalaciones interiores o receptoras del usuario.

Comenzaran, por tanto, en el final de la acometida y terminaran en los dispositivos generales de mando y protección.

Las partes que constituyen las instalaciones de enlace son:

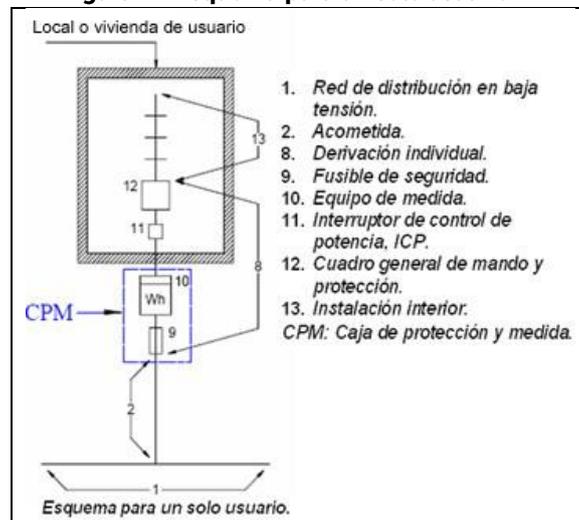
- Caja general de protección (CGP)
- Línea general de protección (LGP).
- Elementos para la ubicación de contadores (CC).
- Derivación individual (DI).
- Caja del interruptor de control de potencia (ICP)
- Dispositivos generales de mando y protección (DGMP).

Los tipos de esquema que se pueden dar de las instalaciones de enlace son:

- 1 Para un solo usuario.
- 2 Para más de un usuario. Donde según la colocación de los contadores se dividen en:
  - Colocación de contadores para dos usuarios alimentados desde el mismo lugar.

- Colocación de contadores en forma centralizada en un lugar.
- Colocación de contadores en forma centralizada en más de un lugar.

**Figura 2 - Esquema para un solo usuario**



### 2.1.3.1 Acometida.

La acometida no forma parte de las instalaciones de enlace, y es responsabilidad de la empresa suministradora. Por lo tanto, no es objeto de estudio en el presente proyecto.

En caso de tener que realizar dicho cálculo, se realizará según lo dispuesto en la ITC-BT-11, la cual nos señala la utilización de:

- ITC-BT-06 para la elección de conductores en acometidas aéreas.
- ITC-BT-07 para las subterráneas.
- ITC-BT-10

### 2.1.3.2 Línea general de alimentación

La ITC-BT-2, nos define que para un solo usuario se podrán simplificar las instalaciones de enlace al coincidir en el mismo lugar la Caja General De Protección y la situación del equipo de medida y no existir, por tanto, la Línea General de Alimentación. En consecuencia, el fusible de seguridad coincide con el fusible de la Caja general de protección.

### 2.1.3.3 Caja General de Protección y medida (CPM)

Según la ITC-BT-12 se define el esquema para un solo usuario. En este caso se podrán simplificar las instalaciones de enlace al coincidir en el mismo lugar la Caja General de Protección (CGP) y la situación de equipo de medida y no existir, por tanto, la línea general de alimentación. En consecuencia, el fusible de seguridad coincide con el fusible de la CGP.

Según la ITC-BT-13 punto, la caja general de protección que incluye el contador, sus fusibles de protección, en su caso, reloj para discriminación horaria se denomina caja de protección y medida (CPM).

Además, las normas particulares de Endesa, obligará a que la CPM:

- Esté constituida por una envolvente aislante, precintable, que deberá contener bornes de conexión y bases de los cortacircuitos para todos los conductores de fase o polares, que serán del tipo NH con bornes de conexión y una conexión amovible situada a la izquierda de las fases para el neutro.

- La CPM deberá de disponer de un sistema de tapa con bisagras. Tendrá que cumplir con un ángulo de apertura superior a 90°. El cierre de la tapa se realizará mediante dispositivos de cabeza triangular, de 11 mm de lado. Dispositivo que tendrá un orificio de 2 mm, para el paso del hilo precinto. Además, debe llevar una parte transparente (resistente a los rayos ultravioleta), que, cumpliendo las mismas exigencias del resto de la envolvente, permite la lectura del contador reloj, sin necesidad de apertura.

### 2.1.3.4 Derivaciones individual

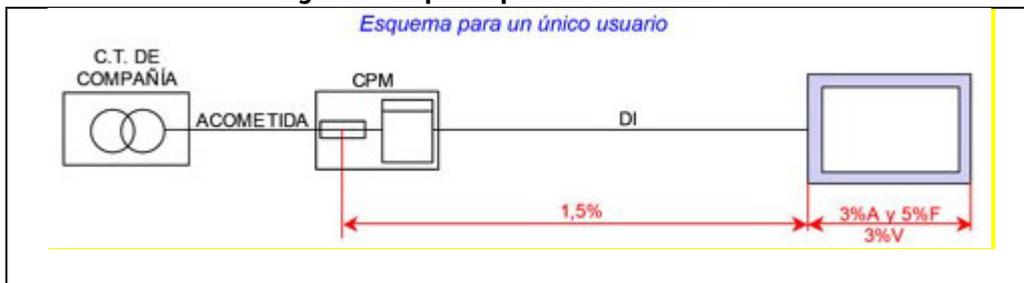
Para las derivaciones individuales (DI), se debe seguir la ITC-BT-15, así como lo dispuesto en el apartado 9 de las Normas Particulares de Endesa.

#### 2.1.3.4.1 Cálculo de la sección del conductor (DI)

Se deberá tener en cuenta:

- Derivación individual (DI), según ITC-BT-15.
- Previsión de carga, según ITC-BT-10.
- Esquema de instalación de enlace, según ITC-BT-12.

**Figura 3 - Esquema para un solo usuario**



- Tipo de cableado, según ITC-BT-15.

En el caso de cables aislados en el interior de tubos enterrados se tendrá en cuenta lo dispuesto en la ITC-BT-07. Los conductores a utilizar, serán de cobre, normalmente unipolares y aislados de tensión asignada 450/750V. Para el caso de multiconductores o para el caso de DI en el interior de tubos enterrados el aislamiento será 0,6/1kV.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. La sección de los cables será uniforme en todo su recorrido. La sección mínima de los conductores será 6mm<sup>2</sup> para los cables polares, neutro y protección y de 1,5mm<sup>2</sup> para el hilo de mando.

- Tipo de conducción (Canalización), según ITC-BT-15.

- Longitud de la Derivación Individual.

Se partirá de una nave industrial donde la instalación de enlace será para un solo usuario, con previsión de potencia de 57'57 kW a 400V, con factor de potencia de 0'90 (Se tomará el valor recomendado por la compañía suministradora, en este caso ENDESA). La línea estará formada por cables unipolares aislados de aislamiento XLPE, en conducción bajo tubo empotrado, con una longitud de 10 m y temperatura ambiente es de 40 °C.

Se tiene que elegir un diámetro comercial mayor que cumpla con la intensidad. Para ello se utilizan las tablas A-52-1-bis de la ITC-BT-19.

#### **2.1.3.4.2 Cálculo de la sección del conductor de protección.**

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Se debe aplicar la ITC-BT-18 apartado 3.4.

#### **2.1.3.4.3 Canalización de la derivación individual.**

Para el cálculo de la canalización necesaria de la derivación individual se deberá aplicar la ITC-BT-20 y se establecerá bajo las condiciones de la Instrucciones de ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

La canalización será de tipo enterrada con conductores de diferentes secciones bajo un mismo tubo. Por tanto, se aplicará la ITC-BT-20 apartado 2.2.3 Conductores aislados enterrados y se establecerá bajo las condiciones de la Instrucciones de ITC-BT-07 e ITC-BT-21 apartado 1.2.4 Tubos en canalizaciones enterradas.

#### **2.1.3.4.4 Protección contra sobreintensidades de la derivación individual.**

Para el cálculo de las protecciones necesarias de la derivación individual se deberá aplicar la ITC-BT-22.

Todo circuito debe estar protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles. Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos
- Descargas eléctricas atmosféricas.

#### **2.1.3.4.5. Resumen Derivación individual.**

En la siguiente tabla se resumen todos los resultados obtenidos de los cálculos que se desarrollan en los anexos de cálculos correspondientes a Cálculos Instalación Eléctrica.

**Tabla 3 - Derivación Individual (DI)**

| Tipo                                    | Potencia Demandada<br>kW | Factor de potencia<br>adm   | Longitud<br>m   | Intensidad<br>A  |                          |
|---|--------------------------|---|---|--|--------------------------|
| Trifásica                               | 57'57                    | 0'9   | 10  | 92'33  |                          |
| <b>Protección línea</b>                 |                          |   |   |  |                          |
| Interruptor automático (IA)             | Marca<br>Legrand         | Modelo<br>DPX 250   | Características   |  |                          |
|   |                          |   | Tiempo de disparo ( $t_p$ )                                   |  | 0'05 (fija)              |
|   |                          |   | Intensidad de corte último del dispositivo ( $I_{cu}$ )<br>kA |  | 36                       |
|   |                          |   | Intensidad nominal 1 ( $I_{n,1}$ )<br>A                       | 100  | Variable según necesidad |
|   |                          |   | Intensidad nominal 2 ( $I_{n,2}$ )<br>A                       | 160  |                          |
| Intensidad nominal 3 ( $I_{n,3}$ )<br>A | 250                      |   |   |  |                          |
| <b>Cableado</b>                         |                          |   |   |  |                          |
| Marca                                   | Modelo                   | Características   |   |  |                          |
| RCT                                     | RZ1-K (AS) CPR           | Cable de tensión asignada 0'6/1 kV con conductor de cobre clase 5 (-k), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1). UNE 21123-5 |   |  |                          |
|   |                          | 3 conductores de 35 mm <sup>2</sup>   |   |  |                          |
|   |                          | 1 conductor neutro de 35 mm <sup>2</sup>  |   |  |                          |
|   |                          |   | 1 conductor de protección 16 mm <sup>2</sup>                  |  |                          |
| <b>Canalización</b>                     |                          |   |   |  |                          |
| Marca                                   | Modelo                   | Características   |   | Tipo Instalación   |                          |
| Aiscan                                  | DP NORMAL (DBN)          | Diámetro exterior ( $D_{exterior}$ )<br>mm  | 110   | Instalación enterada bajo tubo con conductores aislados en tubo empotrado en mampostería |                          |

#### 2.1.4 Interruptor general de control de potencia (ICP)

En los suministros superiores a 63 A no se utiliza el ICP. Por lo tanto, no se usará en esta instalación.

Para este tipo de suministros se usarán interruptores de intensidad regulable, máxímetros o integradores incorporados al equipo de medida de energía eléctrica.

#### 2.1.5 Dispositivos de mando y protección

Los dispositivos generales de mando y protección, se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual del local.

No se instalará un ICP, al sobrepasar la intensidad máxima de 63 A.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contrasobrecargas y cortocircuitos. Éste es independiente del interruptor de control de potencia.

- Un interruptor diferencial general que será por cada circuito, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.

- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada circuito del local.
- Dispositivo de Control de Potencia: Se dispondrá en de un maxímetro, instalando un Interruptor Automático (IA) que coincidirá con el Interruptor General Automático (IGA).

### **2.1.6 Instalaciones receptoras**

#### **2.1.6.1 Conductores**

Se deberá tener en cuenta:

- Instalaciones interiores o receptoras según ITC-BT-19.
- Longitud de las líneas.
- La naturaleza de los conductores y cables que se emplearán en la instalación serán de cobre, aislados.
- La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea, en el caso de la instalación estudiada se tomará un 5%.
- 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.

Para los de fase: Marrón, Negro y Gris.

Para neutro: Azul claro.

Para protección: Amarillo con vena Verde.

En los cables unipolares de tensión asignada 0´6/ 1kV con aislamiento y cubierta no tienen aplicadas diferentes coloraciones; en este caso el instalador debe identificar los conductores mediante medios apropiados, por ejemplo mediante un señalizador o argolla, una etiqueta, etc. En cada extremo del cable.

#### **Calculo:**

En un principio se determinará la intensidad total de la línea de distribución para maquinaria:

Para Monofásico:

$$I = P / ( V \cdot \cos \varphi )$$

para Trifásico:

$$I = P / ( \sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi )$$

donde:

I Intensidad de línea (A)

- P Potencia de cálculo de la línea [w]  
V Tensión simple fase-neutro [V]  
cos  $\varphi$  Factor de potencia de la instalación [adm]

En segundo lugar, se calcula la caída de tensión máxima en voltios, tomando el valor de la tabla 12.

$$U = (V / 100) \cdot e$$

donde:

- U Caída de Tensión máxima [v]  
e Caída de tensión admisible [%] para instalación interior de instalaciones con otros usos se toma 5%  
V Tensión fase-neutro. Suministros. Trifásicos 400 V ; Monofásicos 230 V

Por último, se calculará la sección, teniendo en cuenta la caída de tensión.

para Monofásico:

$$S = (L \cdot I \cdot \cos \varphi) / (\gamma_{90^\circ} \cdot U)$$

para Trifásico:

$$S = (\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi) / (\gamma_{90^\circ} \cdot U)$$

donde:

- U Caída de Tensión máxima [v]  
L Longitud línea de distribución [m]  
I Intensidad de línea (A)  
cos  $\varphi$  Factor de potencia de la instalación [adm]  
 $\gamma_{90^\circ}$  Conductividad del conductor a 90° C [adm]

Para determinar la conductividad se utiliza la tabla 2 del ANEXO II del REBT. Tabla 4. Se debe tener en cuenta el tipo de conductor, el tipo de aislante y la temperatura admisible para el tipo de aislante.

**Tabla 4 - Conductividad de los conductores en función de su temperatura**

| Cobre               |           | Aluminio            |           |                   |
|---------------------|-----------|---------------------|-----------|-------------------|
| $\gamma_{20^\circ}$ | <b>56</b> | $\gamma_{20^\circ}$ | <b>35</b> |                   |
| $\gamma_{70^\circ}$ | <b>48</b> | $\gamma_{70^\circ}$ | <b>30</b> | <b>PVC</b>        |
| $\gamma_{90^\circ}$ | <b>44</b> | $\gamma_{90^\circ}$ | <b>28</b> | <b>XLPE o EPR</b> |

Dado que la temperatura admisible para cables aislados con XLPE es de 90°C, se tendrá en cuenta una conductividad de 44 para conductores de cobre.

Se tiene que elegir una sección comercial mayor que cumpla con la intensidad. Para ello se utilizan las tablas A-52-1-bis de la ITC-BT-19 averiguamos la intensidad admisible para el conductor.

Se debe tener en cuenta que en ocasiones se procederá a sobredimensionado de la sección para poder cumplir con la protección ante sobrecargas y poder seleccionar un interruptor automático (IA) adecuado y cumplir las condiciones explicadas.

### 2.1.6.2 Canalizaciones

Para el determinar la canalización necesaria de la línea se deberá aplicar la ITC-BT-20 y se establecerá bajo las condiciones de la Instrucciones de ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

La canalización será en tubos fijados en superficie con conductores de igual sección bajo un mismo tubo. Por tanto, se aplicará la ITC-BT-21 apartado 1.2.1.

El cálculo de la canalización, que es necesaria para la individual (constará de 5 conductores) estará influenciada por la suma de sección de cada conductor.

En primer lugar, se debe determinar el diámetro exterior de los conductores a través de los datos aportados por el fabricante.

En segundo lugar, se aplicará para cada tipo de cable, la siguiente fórmula:

$$S = (\pi \cdot D^2) / 4$$

donde:

|       |  |
|-------|--|
| S     | Sección del conductor [mm <sup>2</sup> ] |
| D     | Diámetro exterior del conductor [mm]     |
| $\pi$ | Constante [adm]                          |

Por último, se aplicará la tabla 2 de la ITC-BT-21 del apartado 1.2.3 Canalizaciones aéreas o con tubos al aire.

Se buscará diámetro comercial mayor al diámetro mínimo calculado.

Se tomarán Tubo de PVC rígidos (curvables en caliente), Aiscan, modelo BNE y BGE que cumple UNE-EN 61386-21 para tubos rígidos.

El modo de instalación será marcado por la ITC-BT-21, apartado 2.

### 2.1.7 Puesta a tierra (ITC-BT-18 e ITC-BT-26)

La instalación de puesta a tierra se parte de la ITC-BT-18.

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 grupos de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de las 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 que descarga de origen atmosférico.

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, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones técnicas aplicables a cada instalación.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE-EN 60228.

La ITC-BT-26 aplicable a vivienda, locales comerciales, oficinas y otros locales con usos análogos exige que la toma de tierra se realice en forma de anillo cerrado integrando a todo el perímetro del edificio al que se conectan, en su caso, los electrodos verticalmente hincados en el terreno cuando se prevea la necesidad de disminuir la resistencia de tierra que pueda presentar el conductor de anillo.

Debe tenerse en cuenta el cumplimiento del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión que dispone el valor máximo de resistencia de puesta a tierra en 37 V.

La naturaleza del terreno donde se ubica la nave industrial se puede considerar como "Suelo pedregoso desnudos, arenas secas permeables", con una resistividad orientativa de 3000  $\Omega \cdot m$ . Dicho valor se obtiene de la tabla 3 de la ITC-BT-18 de los valores medios aproximados de la resistividad en función del terreno.

La toma de tierra estará formada por un anillo de conducción perimetral (cerrado). Constituido por un conductor de cobre de 35 mm<sup>2</sup> de sección nominal enterrado y desnudo que cumple con la norma UNE-EN 60228. Conductor enterrado a una profundidad mayor de 0'8 m respecto a la primera solera transitable.

Para el correcto funcionamiento de los componentes de protección de la instalación según indica la ITC-BT-18, la resistencia a tierra del electrodo debe cumplir que la resistencia total sea inferior a la producida por las picas y el conductor. Por tanto, se debe cumplir la siguiente condición:

$$R_t \leq ( V_{c, \min} / I_{s, \min} )$$

donde:

|                   |  |
|-------------------|--|
| $R_t$             | Resistencia total a tierra [ $\Omega$ ]  |
| $V_{c, \min}$     | Tensión de contacto máxima admisible [V]   |
| $I_{s, \min}$     | Intensidad del diferencial nominal de desconexión máxima de los interruptores diferenciales [A]  |
| NOTA <sup>1</sup> | Según la ITC-BT-18: $V_{c, \min}$ puede tomar el valor de 24 V en local o emplazamiento del conductor o el valor de 50 V para demás casos. |
| NOTA <sup>2</sup> | Los modelos PDX de LEGRAND permiten variar la sensibilidad entre diferentes valores [0'03-0'3-1-3] A                                       |

Se tomarán para el cálculo los siguientes valores definidos anteriormente:

$$V_{c, \min} = 24 \text{ V}$$

$$I_{s, \min} = 0'3 \text{ A}$$

quedando:

$$R_t \leq 24 \text{ V} / 0'3 \text{ A}$$

$$R_t \leq 80 \Omega$$

La resistencia del conductor viene definida por la siguiente fórmula utilizada:

$$R_{\text{cond}} = ( 2 \cdot \rho ) / l$$

donde:

|                   |  |
|-------------------|--|
| $R_{\text{cond}}$ | Resistencia del conductor [ $\Omega$ ]               |
| $\rho$            | Resistividad del terreno [ $\Omega \cdot \text{m}$ ] |
| $l$               | Longitud de la conducción [m]                        |

quedando:

$$R_{\text{cond}} = ( 2 \cdot 3000 \Omega \cdot \text{m} ) / 264 \text{ m}$$

$$R_{\text{cond}} = 22'73 \Omega$$

La resistencia de las picas se obtendrá al aplicar la fórmula obtenida de la tabla 5 de la IT-BT-18, para pica vertical:

$$R_{\text{picas}} = \rho / n \cdot l$$

donde:

|                   |                                       |
|-------------------|---------------------------------------|
| $R_{\text{cond}}$ | Resistencia de las picas [ $\Omega$ ] |
| $n$               | Número de picas [ adm ]               |
| $L$               | Longitud de las picas [m]             |

quedando:

$$R_{\text{picas}} = 3000 \Omega \cdot \text{m} / 2 \cdot 2 \text{ m}$$

$$R_{\text{picas}} = 750 \Omega$$

La resistencia total se obtiene con la siguiente fórmula:

$$R_{\text{total}} = ( R_{\text{cond}} \cdot R_{\text{picas}} ) / ( R_{\text{cond}} + R_{\text{picas}} )$$

donde:

|                    |  |
|--------------------|--|
| $R_{\text{cond}}$  | Resistencia del conductor [ $\Omega$ ] |
| $R_{\text{picas}}$ | Resistencia de las picas [ $\Omega$ ]  |

quedando:

$$R_{\text{total}} = ( 22'73 \Omega \cdot 750 \Omega ) / ( 22'73 \Omega + 750 \Omega )$$

$$R_{\text{total}} = 22'06 \Omega$$

Por lo tanto, se cumple la condición y la resistencia total está por debajo de la resistencia máxima permitida. Además, se cumple con el valor máximo que se puede tener de resistencia de puesta a tierra de 37  $\Omega$  marcado por la REBT.

Se utilizarán arquetas de conexión con la intención de crear registros para la conexión a la conducción enterrada para las líneas principales de tierra de la instalación.

## **2.2 Instalación Iluminación**

### **2.2.1 Instalación luminotécnica**

El estudio de las instalaciones de iluminación de las instalaciones se realizará con el programa Dialuz 8.2 EVO.

#### **2.2.1.1 Sistema de alumbrado**

Se ha optará por la iluminación directa al ser el sistema de iluminación más económica y la que ofrece mayor rendimiento lumínico. Este tipo de iluminación el flujo se dirige sobre la superficie a iluminar donde una pequeña parte del flujo refleja a las paredes y techos.

#### **2.2.1.2 Método de alumbrado.**

El método de alumbrado nos indica como se reparte la luz en las zonas iluminadas. Se ha usado el método de alumbrado general para las instalaciones. El método de alumbrado general nos permite un nivel de iluminación distribuido de forma uniforme, creando unas condiciones de visión similar en toda la nave, lo cual crea confort visual a los empleados para poder desarrollar adecuadamente sus funciones en las instalaciones.

#### **2.2.1.3 Tipo luminarias**

Las luminarias se han seleccionado según la función de la zona donde se han instalado para cumplir las características adecuadas para esas funciones.

-Luminarias estancas colgantes: en zona de taller y almacén ya que son zonas de actividad tipo industrial y se pueden almacenar productos químicos. Además, en la zona de descanso de empleados ya que le estética no es primordial en esta zona.

-Luminarias de montaje empotrado en falso techo: en el resto de zonas ya que son estéticamente correctos para las zonas donde tienen acceso los clientes.

#### **2.2.1.4 Tipo de lámparas empleadas**

Las lámparas seleccionadas para todas las zonas han sido de tipo led ya que ofrecen buenos niveles de rendimiento lumínico con bajos costes de instalación como de bajos consumos de potencia eléctrica.

Las lámparas instaladas poseen una eficacia luminosa entre 87'5 a 17'5 lm/W.

#### **2.2.1.5 Criterios de diseño**

Se debe de conocer para realizar los cálculos:

-Parámetros que se van a usar.

-Niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo: Se obtienen de los requisitos de iluminación mantenida ( $E_m$ ) para áreas interiores, tareas y actividades, expuestas en el apartado 5 de la norma UNE 12464-1 y los valores recomendados en el anexo IV del R.D. 486/1997 del 14 de abril, por el que se establecen las

disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Los niveles de iluminación necesaria por zonas, se resume en la tabla 6.

**Tabla 6 - Niveles de iluminación por zona**

| Zona                            | Nivel de iluminación lux |
|---------------------------------|--------------------------|
| Taller                          | 300                      |
| Recepción - Sala Espera -Tienda | 300                      |
| Oficina                         | 300                      |
| Sala común                      | 200                      |
| Almacenes                       | 200                      |
| Aseos públicos                  | 200                      |
| Aseos empleados                 | 200                      |
| Sala común                      | 200                      |
| Sala máquinas                   | 200                      |

-Valores límites de eficiencia energética de la instalación expuestos en el apartado 2.1 del Documento Básico HE de ahorro de energía. Los valores necesarios para la instalación se resumen en la tabla 7.

**Tabla 7 - Valores límite de eficiencia energética de la instalación**

| Zona                            | Actividad diferenciada aplicable              | Eficiencia Energética W/m <sup>2</sup> /100lux |
|---------------------------------|---|--|
| Taller                          | Recintos, interiores asimilables a grupo 1    | 4´5  |
| Almacenes                       | Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas | 5  |
| Aseos públicos                  | Zona común                                    | 4´5  |
| Aseos empleados                 | Zona común                                    | 4´5  |
| Recepción - Sala Espera -Tienda | Administrativo en general                     | 3´5  |
| Oficina                         | Administrativo en general                     | 3´5  |
| Sala máquinas                   | Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas | 5  |

### 2.2.1.5.1 Altura del plano de trabajo

Altura a la cual se desarrollan los trabajos descritos para cada zona y donde se necesita la iluminación correcta para desarrollar correctamente dichos trabajos. La altura de trabajo será de 0,80m, pero en la zona de taller se ha modificado al nivel del suelo ya que se puede dar algún trabajo específico que necesite un nivel adecuado de iluminación a esa altura. Se resumen los datos en la tabla 8.

**Tabla 8 - Alturas del plano de trabajo**

| Zona                                   | Altura tipo de trabajo |
|--|------------------------|
| Zona de Taller (h <sub>zt</sub> )<br>m | 0                      |
| Resto de zonas (H <sub>rz</sub> )<br>m | 0´80                   |

### 2.2.1.5.2 Altura de suspensión de las luminarias

En las zonas de techos con una altura normal (comprendida entre 2,5-3 m) las luminarias irán colocadas a la altura máxima posible. Se tomará 3m como valor.

Las zonas de trabajo del taller como en las de almacenamiento: la altura vendrá definida por la altura dada en los siguientes cálculos. Hay que tener en cuenta que la altura de la nave es de 8m. Por lo tanto, diferenciando la altura mínima con la óptima. Se definen:

**-Altura mínima:**

$$h_{\min} = \frac{2}{3} \cdot (h_n - h_{pt})$$

donde:

- $h_{\min}$     Altura mínima a la que se deben colocar las luminarias [m]
- $h_n$         Altura de la nave [m]
- $h_{pt}$         Altura del plano de trabajo [m]

$$h_{\min} = \frac{2}{3} \cdot (8\text{ m} - 0\text{ m})$$

$$h_{\min} = \frac{16}{3}\text{ m} = 5,33\text{ m}$$

**-Altura optima:**

$$h_{opt} = \frac{4}{5} \cdot (h_n - h_{pt})$$

donde:

- $h_{opt}$     Altura optima a la que se debe situar las luminarias [m]
- $h_n$         Altura de la nave [m]
- $h_{pt}$         Altura del plano de trabajo [m]

$$h_{opt} = \frac{4}{5} \cdot (8\text{ m} - 0\text{ m})$$

$$h_{opt} = \frac{32}{5}\text{ m} = 6,4\text{ m}$$

Las ecuaciones anteriores son orientativas ya que no siempre se podrá colocar las luminarias en las alturas deseadas. En las instalaciones que se estudian, se nos permiten colocar dichas luminarias a la altura deseada ya que no se presentan limitaciones a la instalación. Se resumen las alturas de suspensión de las luminarias en la tabla 9.

**Tabla 9 - Altura de suspensión de las luminarias**

| Altura de techo                       |          | Altura de suspensión (optima - mínima)             |             |
|---------------------------------------|----------|--|-------------|
| <b>Normal (<math>h_n</math>)</b><br>m | <b>3</b> | <b>Normal Optimo (<math>h_{opt,h}</math>)</b><br>m | <b>3</b>    |
| <b>Nave (<math>h_n</math>)</b><br>m   | <b>8</b> | <b>Nave Mínimo (<math>h_{\min,n}</math>)</b><br>m  | <b>5'33</b> |
|                                       | <b>8</b> | <b>Nave Optimo (<math>h_{opt,n}</math>)</b><br>m   | <b>6,40</b> |

### 2.2.1.5.3 Coeficiente de reflexión

En la tabla 10 se encuentran los valores de reflexión de techo, paredes y suelo.

**Tabla 10 - Grado de reflexión de las superficies**

| Superficies | Color     | Grado de Reflexión adm |
|-------------|-----------|------------------------|
| Techo       | Muy claro | 0,7                    |
|             | Claro     | 0,5                    |
|             | Medio     | 0,3                    |
| Paredes     | Claro     | 0,5                    |
|             | Medio     | 0,3                    |
|             | Oscuro    | 0,1                    |
| Suelo       | Claro     | 0,3                    |
|             | Oscuro    | 0,2                    |

Para el cálculo de nuestras instalaciones teniendo en cuenta las características de las superficies, se detallan en la tabla 11.

**Tabla 11 - Grado de reflexión de las superficies**

| Superficies | Color     | Grado de Reflexión adm |
|-------------|-----------|------------------------|
| Techo       | Muy claro | 0,7                    |
| Paredes     | Claro     | 0,5                    |
| Suelo       | Oscuro    | 0,2                    |

### 2.2.1.5.4 Factor de conservación o de mantenimiento

El valor de conservación o de mantenimiento viene definido por el grado de suciedad ambiental como de la frecuencia con la que se lleve a cabo la limpieza del local. Se han asignado los factores según las características de los trabajos desarrollados en cada zona de las instalaciones. En la tabla 12 se encuentran los factores de conservación según el ambiente y como se han distribuido.

**Tabla 12 - Factor de conservación o mantenimiento**

| Ambiente | Factor de conservación (F <sub>c</sub> ) adm | Distribución por trabajo desarrollado                          |
|----------|--|--|
| limpio   | 0,8  | Oficina, sala de espera, recepción, tienda, aseos y vestuarios |
| Sucio    | 0,6  | Taller y almacenes   |

### 2.2.1.5.5 Índice del local.

Valor que viene definido por la geometría del local y por el tipo de alumbrado. En nuestra instalación el alumbrado es directo por lo tanto la fórmula que define el índice de carga es la siguiente:

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

donde:

- h Altura de suspensión luminarias [m]
- a Ancho del local [m]
- b Longitud del local [m]

#### **2.2.1.5.6 Factor de utilización**

Es un valor que se obtiene a partir del índice local y los factores de reflexión. Estos datos suelen estar tabulados y los suministran los propios fabricantes de luminarias ya que cada tipo de luminaria tiene su propia tabla con los factores de iluminación en función de los coeficientes de reflexión y el índice local. Por lo tanto, el factor de utilización se determina o extrae del software Dialux Evo.

#### **2.2.1.6 Cálculo del sistema de iluminación.**

Los cálculos luminotécnicos se realizan con el Software Dialux EVO en su versión 8.2. Se tienen que tener en cuenta los valores siguientes:

- Niveles de iluminación por zonas
- Valores límite de Eficiencia Energética de la Instalación
- Grado de reflexión de las superficies
- Altura de plano de trabajo
- Altura optima de suspensión luminarias
- Coeficiente de reflexión
- Factor de conservación o mantenimiento

Además, para el tipo de luminaria se han tenido en cuenta varios factores para poder seleccionar las luminarias adecuadas.

- Según el tipo de actividad a la que pertenece cada zona. Para tener una adecuada luminosidad.

- Emplear el menor número de modelos diferentes para cada zona y en general. Para evitar problemas de stock, simplificar mantenimiento.

Gracias a la utilización del software podemos determinar la cantidad de luminarias necesarias y su distribución.

#### **2.2.1.6.1 Estudio Iluminación taller.**

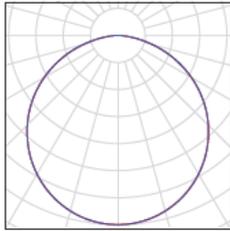
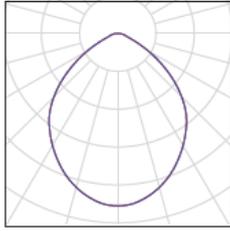
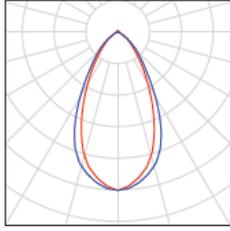
En esta zona de la nave es donde se realiza la actividad más importante que es la de la reparación de los vehículos a motor.

En los cálculos para la instalación de iluminación del taller, se ha tenido en cuenta que las luminarias estarán situadas a una altura optima de 6´40 m y que el plano de trabajo es de 0 m.

### 2.2.1.7 Luminarias empleadas

Las luminarias empleadas se resumen en la tabla 13:

**Tabla 13 – Luminarias empleadas en toda la instalación**

| Número de unidades   | Luminaria (Emisión de luz)   |   |  |
|--|--|---|--|
| 14   | Philips - CR150B PSU W30L120 IP54 1 xLED35S/840<br>Emisión de luz 1<br>Lámpara: 1xLED35S/840/-<br>Grado de eficacia de funcionamiento: 99.97%<br>Flujo luminoso de lámparas: 3500 lm<br>Flujo luminoso de las luminarias: 3499 lm<br>Potencia: 40.0 W<br>Rendimiento lumínico: 87.5 lm/W<br><br>Indicaciones colorimétricas<br>1xLED35S/840/-: CCT 3000 K, CRI 100 |   |   |
| 10   | Philips - DN130B D217 1xLED20S/830<br>Emisión de luz 1<br>Lámpara: 1xLED20S/830/-<br>Grado de eficacia de funcionamiento: 91.13%<br>Flujo luminoso de lámparas: 2400 lm<br>Flujo luminoso de las luminarias: 2187 lm<br>Potencia: 22.0 W<br>Rendimiento lumínico: 99.4 lm/W<br><br>Indicaciones colorimétricas<br>1xLED20S/830/-: CCT 3000 K, CRI 100              |   |   |
| 28   | Philips - WT470X L1600 1 xLED80S/840 NB<br>Emisión de luz 1<br>Lámpara: 1xLED80S/840/-<br>Grado de eficacia de funcionamiento: 99.72%<br>Flujo luminoso de lámparas: 8000 lm<br>Flujo luminoso de las luminarias: 7978 lm<br>Potencia: 58.0 W<br>Rendimiento lumínico: 137.5 lm/W<br><br>Indicaciones colorimétricas<br>1xLED80S/840/-: CCT 3000 K, CRI 100        |  |  |
| Flujo luminoso total de lámparas: 297000 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 294240 lm, Potencia total: 2404.0 W, Rendimiento lumínico: 122.4 lm/W |  |   |  |

### 2.2.2 Luminarias de Emergencia

El sistema de alumbrado de emergencia se ha diseñado con el programa de Daisa.

El sistema de iluminación de emergencia deberá entrar en funcionamiento de manera automática cuando se produzca un corte en el sistema de alumbrado general o tensión se encuentre por debajo del 70% de su valor nominal.

Además, se creará con la idea de que también pueda alumbrar diferentes zonas que tengan corte de alumbrado.

Los puntos donde se sitúen equipos de protección contra incendio tales como extintores o pulsadores manuales de alarma y cuadros de alumbrado se garantizará una iluminación mínima de 5 lux.

Se adjunta informe conseguido en la parte de justificación de las luminarias de emergencias, en el documento justificativo de Cálculos de Instalaciones Luminotécnicas.

### **2.3 Instalación Aire Comprimido.**

Descripción de la instalación de aire comprimido para el taller de mecánica de motocicletas.

Para el estudio de la instalación de aire comprimido se ha diseñado una hoja de Excel que facilita el estudio de las instalaciones como el cambia que pudiera producirse a la hora de la instalación o para futuros proyectos.

La instalación de aire comprimido se diseñará con un sistema de distribución de red cerrada o de anillo. La red principal constituye una red cerrada en anillo. Sistema con un costo más elevado que los de línea de distribución abierta pero que tienen las siguientes ventajas:

- Reparto de caudales óptimo en toda la instalación.
- Continuidad de servicio ante averías, ya que permiten poder formar sectores de distribución independientes facilitando labores de mantenimiento sin afectar a la operativa del taller o la producción.
- Se minimizan pérdidas de carga.

El origen de una instalación de aire es el compresor. Éste aspira el aire del ambiente a presión atmosférica y lo comprime a una presión superior.

El aire comprimido pasa a continuación a un depósito o acumulador de aire donde se almacena. Este depósito suministra aire cuando se supera la capacidad del compresor y compensa las diferencias entre el caudal generado por el compresor y el consumido. También realiza una función de separador de condensado de aceite y de agua (por el enfriamiento del aire), que son eliminados mediante una válvula de purgado. Además de esta válvula, el depósito deberá contar con una puerta o boca para la inspección interior, manómetro de presión, válvula de seguridad, válvula de cierre e indicador de tempera.

Debido a que se trata de un elemento a presión, éste debe ser diseñado y dimensionado de acuerdo a una directivas y reglamentos establecidos.

Antes o después del depósito, se puede instalar un secador frigorífico para evitar uno de los mayores problemas de las instalaciones de aire comprimido: el agua. Con este equipo se eliminan del aire los condensados por enfriamiento frigorífico, que son recogidos en un separador y eliminados mediante una válvula de descarga. Los secadores frigoríficos pueden incorporar también un refrigerador, recomendable en el caso de que el compresor no lleve un refrigerador final (antes del depósito) y la instalación así lo requiera.

El compresor selecciona contendrá las partes anteriormente explicadas antes de suministrar el aire a red facilitando su implementación y calculo (figura 3).

En esta primera fase, antes de ser distribuido a la red, el aire puede atravesar varios filtros para eliminar parte de las partículas sólidas, aceite y agua que arrastra.

Después el aire comprimido se distribuye a través de la red de tuberías que permite transportar la energía neumática hasta los puntos de utilización. Hay que tener en cuenta que la energía del aire comprimido se pierde tanto por el roce con el

interior de las tuberías (pérdidas de carga) como por fugas que pueda presentar la instalación, y que, a mayor longitud de la tubería, mayor diámetro deberá tener. Por otra parte, las tuberías de distribución de aire deberán tener una pendiente de 1-2 % en el sentido de circulación del aire, para dirigir el condensado de agua, y colocar en los puntos más bajos de las tomas un purgador para la evacuación del condensado. Además, las salidas de la tubería principal para enlazar con los puntos de consumo deben realizarse por la parte superior, por cuello de cisne hacia arriba, para evitar el arrastre de agua condensada a las tomas de aire.

Una vez el aire es llevado a los puntos de consumo, antes de la toma, éste debe ser acondicionado según las aplicaciones o herramientas que se vayan a emplear, por lo que se colocan filtros, reguladores de presión del aire y lubricadores en el caso de que sea preciso (herramientas neumáticas). En función del grado de filtración que se desee y de la calidad del aire que suministra el compresor, se deberán colocar más o menos elementos filtrantes. De forma habitual, las características de estos filtros son:

- Un elemento filtrante para la eliminación de partículas de 5-8 micrones y separación de condensados de agua y aceite. Generalmente cuentan con purga automática para desagüe del condensado. y
- Dos elementos filtrantes, el anterior seguido de un segundo filtro, tipo coalescente, para un filtrado más fino (hasta 0,01 micrones) tanto de partículas sólidas, como de agua y de aceite.
- Tres elementos filtrantes, los dos anteriores seguidos de un tercero de carbono activo, para proporcionar un aire que permite conectar los equipos de respiración y que elimina sustancias volátiles de menor tamaño (disolventes orgánicos o aceites).
- Los filtros deben ser lo más eficaces posibles, garantizando una mínima pérdida de presión y una buena calidad del aire según las aplicaciones que se vayan a realizar.

Como punto final de la instalación, las tomas de aire se conectan con las herramientas mediante mangueras. Éstas deben cumplir los siguientes requisitos: diámetro interior correcto, racores y conectores homologados y de dimensión adecuada, antiestática, sin silicona, flexible y resistente a los aplastamientos.

Para una buena instalación del aire comprimido, además de lo descrito anteriormente, deberán tenerse en cuenta una serie de recomendaciones:

- El compresor debe ser lo suficientemente potente. Se deberá tener en cuenta la herramienta del taller que precisa aire comprimido y el consumo de aire de cada una de ellas, instalando un compresor más potente de lo que sería necesario si se suma el conjunto de consumos de cada herramienta para poder hacer frente a las pérdidas de carga y para poder instalar en un futuro más herramientas.
- El compresor debe situarse próximo a los puntos de utilización del aire, en un lugar seco, ventilado y fresco para disipar parte del calor producido al comprimir el aire.
- Si hay fugas en el circuito, éstas deben eliminarse lo antes posible, ya que por pequeña que parezca supone un importante sobrecoste.

- Se deben emplear tuberías de calidad y bien dimensionadas. El diámetro de las tuberías debe elegirse de manera que, si aumenta el consumo, la pérdida de presión entre el depósito y el punto de consumo no exceda de 0,1 bar.
- Cuando se planifique una red de distribución las tuberías han de dimensionarse holgadamente pensando en futuras aplicaciones.
- Evitar los estrangulamientos y los cambios bruscos de dirección (codos 90°) en la red de tuberías ya que provocan pérdidas de carga.
- La red de aire debe estar diseñada de tal forma que no haya condensaciones excesivas.
- Sectorizar la red de tuberías. Instalar válvulas de paso en la red de distribución para, en caso de tener que realizar una operación en una zona determinada, poder aislarla y así continuar trabajando en el resto de la instalación.
- Realizar un mantenimiento periódico de la instalación, sin olvidarse de cambiar periódicamente los cartuchos de los filtros o purgar los condensados de agua-aceite.
- Colocar enrolladores para recoger las mangueras y disponer la distribución preferiblemente aérea.

El compresor seleccionado, se encuentra definido con sus partes en la figura 3.

**Figura 3 - Compresor PUSKAS PRB 25**



La instalación de aire comprimido se resume en la tabla 14.

**Tabla 14 - Resumen Instalación de Aire Comprimido**

| COMPRESOR          |              | HERRAMIENTAS               |                 |               | NÚMERO DE TOMAS            |                 | ACCESORIOS          |          |                    |          |
|--------------------|--------------|----------------------------|-----------------|---------------|----------------------------|-----------------|---------------------|----------|--------------------|----------|
| Marca              | Puska        | Herramientas               | Número de Tomas | Consumo l/min | Herramientas               | Número de Tomas | Accesorios de 32 mm | Cantidad | Accesorios 20 mm   | Cantidad |
| Modelo             | PRB 20       | Desmontadora de Neumáticos | 1               | 30            | Desmontadora de Neumáticos | 1               | Uniones rectas      | 4        | Uniones rectas     | 1        |
| Características    |              | Elevadores 1/4"            | Elevadores 1/4" | 5             | Elevadores 1/4"            | 5               | Codos 90°           | 13       | Codos 90°          | 11       |
|                    | Dato         | Tomas libres               | 9               | 410           | Tomas libres               | 9               | Codos 45°           | 0        | Codos 45°          | 0        |
| Potencia           | 15           | KW                         | 6,2             | 972           |                            |                 | T                   | 1        | T                  | 0        |
| Alimentación       | 400 - 3 - 50 | V - ph -Hz                 | 6,0             | 100           |                            |                 | Reducción T         | 11       | Reducción T        | 1        |
| Caudal máximo      | 2696         | l/min                      | 6,2             | 170           |                            |                 | Reducción           | 0        | Reducción          | 0        |
| Presión máxima     | 13 bar       |                            |                 |               |                            |                 | Válvula de purga    | 3        | Válvula de purga   | 1        |
| Capacidad Depósito | 500 l        |                            |                 |               |                            |                 | Derivación          | 0        | Derivación         | 1        |
| Nivel de Ruido     | 68dB         |                            |                 |               |                            |                 | Válvulas de cierre  | 3        | Válvulas de cierre | 1        |



#### **4 Orden de prioridad en los documentos del proyecto**

Orden de prioridad de los documentos básicos del proyecto es el siguiente:

- 1 Planos
- 2 Pliego de condiciones
- 3 Presupuesto
- 4 Memoria

## 5. Conclusión

Realizar el proceso de creación de un proyecto como ha sido este ayuda:

- Aprender a desenvolverse en la gran cantidad de normativas vigentes (que se van actualizando día a día).
- Es una tarea bastante dura al enfrentarse a la realidad de realizar dicho proyecto de forma autónoma la mayoría del proceso de diseño.
- Complejidad de lo que puede ser realizar solo el estudio de una parte de este u otro proyecto dedicado a instalaciones.
- Poder aplicar los conocimientos en algunos aspectos de lo estudiado en el Grado de Ingeniería Mecánica durante estos años y el placer de a la vez conocer muchos nuevos.

Por lo tanto, me voy con la idea final:

“Los conocimientos adquiridos en estos años serán de ayuda en mi futuro profesional y personal. Facilitando la adquisición de nuevos conocimientos como la de mejorar los ya obtenidos”.

## **TRABAJO FIN DE GRADO**

### **INSTALACIONES DE UN TALLER DE MOTOCICLETAS**

#### **ANEXOS**

##### **2.4.- Cálculos Instalación Eléctrica**

**Titulación:** Grado de Ingeniería Mecánica

**Autor:** Donato Arbelo Hernández

**Tutora:** Beatriz Trujillo Martín



## ÍNDICE. ANEXO CÁLCULOS INSTALACIONES ELÉCTRICA

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 Instalación Eléctrica.....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>1.1 Previsión de cargas.....</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1.1 Previsión de cargas según ITC-BT-10.....                               | 1         |
| 1.1.2 Previsión de cargas receptores.....                                    | 1         |
| 1.1.3 Previsión de cargas de diseño.....                                     | 4         |
| <b>1.2 Instalaciones de enlace.....</b>                                      | <b>4</b>  |
| 1.2.1 Acometida.....   | 5         |
| 1.2.2 Línea general de alimentación.....                                     | 5         |
| 1.2.3- Derivaciones individuales.....  | 5         |
| 1.2.3.1 Cálculo de la sección del conductor. ....                            | 5         |
| 1.2.3.2 Cálculo de la sección del conductor de protección. ....              | 6         |
| 1.2.3.2 Canalización de la derivación individual.....                        | 7         |
| 1.2.3.3 Protección contra sobre sobrecargas de la derivación individual..... | 9         |
| 1.2.3.4 Resumen Derivación individual.....                                   | 12        |
| <b>1.3 Circuitos interiores. ....</b>  | <b>13</b> |
| 1.3.1 Circuito Maquinaria.....   | 13        |
| 1.3.1.1 Cálculo de la sección del conductor de protección. ....              | 14        |
| 1.3.1.2 Canalización.....  | 15        |
| 1.3.1.3 Protección contra sobre sobrecargas en circuito maquinaria.....      | 16        |
| 1.3.1.3.1 Protección contra sobrecargas.....                                 | 17        |
| 1.3.1.3.2 Protección con Interruptor Automático (IA).....                    | 18        |
| <b>1.6 Puesta a tierra.....</b>  | <b>19</b> |
| <b>1.7 Sistema de protección frente a rayos.....</b>                         | <b>22</b> |
| 1.7.1 Instalación pararrayos.....  | 22        |
| 1.7.1.1 Verificación.....  | 22        |
| <b>1.8 Protección contra los contactos directos e indirectos.....</b>        | <b>26</b> |



## **1 Instalación Eléctrica.**

Justificación de la solución aportada para los diferentes elementos que forman la instalación eléctrica, diseñada para este proyecto. Para todo ello, nos basaremos en el Reglamento Electrónico para Baja Tensión y en las normas particulares de Endesa (empresa suministradora).

### **1.1 Previsión de cargas.**

La previsión de cargas de la instalación eléctrica se determina comparando dos cálculos diferenciados. De estos dos cálculos diferenciados, se tomará el valor más desfavorable. Previsión de cargas según:

-ITC-BT-10

-Cargas receptores.

#### **1.1.1 Previsión de cargas según ITC-BT-10.**

Se tendrá en cuenta los niveles mínimos de carga en función del tipo de edificio, definidos en la ITC-BT-10. Apartado 4.2 se define los edificios destinados a concentración de industrias.

Según dicho apartado la carga mínima será de 125 W/m<sup>2</sup> y planta, con un mínimo por local de 10350 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad de 1. La superficie de la nave industrial del taller es de 460'56 m<sup>2</sup>, la previsión de carga queda:

$$P_{1.1} = S \cdot r \cdot C_s$$

donde:

|                  |   |
|------------------|---|
| P <sub>1.1</sub> | Potencia prevista según ITC-10 [W]      |
| S                | Superficie de la nave [m <sup>2</sup> ] |
| r                | Razón [W/m <sup>2</sup> ]               |
| C <sub>s</sub>   | Coficiente de simultaneidad [adm]       |

$$P_{1.1} = 460'56 \text{ m}^2 \cdot 125 \text{ W/m}^2 \cdot 1$$

$$P_{1.1} = 57570 \text{ W}$$

#### **1.1.2 Previsión de cargas receptores.**

La previsión de cargas de los receptores se determina conociendo:

-El consumo de cada receptor (aportado por el fabricante).

-Calculando la intensidad demandada por cada receptor durante su funcionamiento. Se consigue aplicando:

#### **Receptores monofásicos:**

$$I = (P / V \cdot \cos \varphi)$$

#### **Receptores trifásicos:**

$$I = (P / \sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi)$$

donde:

- I Intensidad demandada por el receptor [A]  
P Potencia de consumo del receptor [W]  
cos  $\varphi$  Factor de potencia [adm]

Siendo cos  $\varphi = 0.9$  ya que es el valor recomendado por la norma particular de ENDESA.

En las tablas siguientes se muestran los resultados obtenidos.

**Tabla 1 - Potencia demandada por Alumbrado**

| Número de unidades                            | Luminaria |                         |               |            | Potencia w  | Tensión V | Intensidad A |
|---|-----------|-------------------------|---------------|------------|-------------|-----------|--------------|
|   | Marca     | Modelo                  | Lampara       | Potencia W |             |           |              |
| 14  | Philips   | CR150B PSU W30L120 IP54 | 1x LED35S/840 | 40         | 560         | 230       | 3'04         |
| 10  | Philips   | DN130B D217             | 1x LED20S/830 | 22         | 220         | 230       | 1'20         |
| 28  | Philips   | WT470X L1600            | 1x LED80S/840 | 58         | 2088        | 230       | 11'35        |
|   |           |                         |               |            |             | 230       | 1'45         |
|   |           |                         |               |            |             |           |              |
|   |           |                         |               |            |             |           |              |
|   |           |                         |               |            |             |           |              |
|   |           |                         |               |            |             |           |              |
| <b>Potencia total demandada por alumbrado</b> |           |                         |               |            | <b>2868</b> |           |              |

Para la previsión de cargas instaladas donde se desconoce la previsión real de cargas se tomará la mínima para cada zona

- Zona industrial (zona de trabajo del taller), donde se toma un consumo mínimo de 10350 W.
- Zona de oficinas y locales, donde se toma un consumo de 3450 W.

**Tabla 2 - Potencia demandada por Tomas de Corriente**

| Tomas de Corriente  | Potencia w   | Tensión V  | Intensidad A |
|---|--------------|------------|--------------|
| <b>Toma Corriente - Recepción - Sala de Espera - Aseos públicos</b> | <b>3450</b>  | <b>230</b> | <b>16'67</b> |
| <b>Toma Corriente - Tienda</b>                                      | <b>3450</b>  | <b>230</b> | <b>16'67</b> |
| <b>Toma Corriente - Oficina</b>                                     | <b>3450</b>  | <b>230</b> | <b>16'67</b> |
| <b>Toma Corriente - Sala máquinas</b>                               | <b>3450</b>  | <b>230</b> | <b>16'67</b> |
| <b>Toma Corriente - Almacén 1</b>                                   | <b>3450</b>  | <b>230</b> | <b>16'67</b> |
| <b>Toma Corriente - Almacén 2</b>                                   | <b>3450</b>  | <b>230</b> | <b>16'67</b> |
| <b>Toma corriente - Taller - Monofásica</b>                         | <b>3450</b>  | <b>230</b> | <b>16'67</b> |
| <b>Toma Corriente - Taller - Trifásica</b>                          | <b>10350</b> | <b>400</b> | <b>16'60</b> |
| <b>Toma Corriente - Sala común - Aseos - Duchas</b>                 | <b>3450</b>  | <b>230</b> | <b>16'67</b> |
| <b>Potencia total demandada por Tomas de Corriente</b>              | <b>44850</b> |            |              |

Se debe aplicar la ITC-BT-47 ya que la instalación consta de un motor. Por tanto, los conductores de conexión que alimentan a un motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor.

**Tabla 3 - Potencia demandada por Maquinaria y Utensilios**

| Maquinaria                                     | Unidades | Potencia     |       | Tensión<br>V | Intensidad<br>A |
|--|----------|--------------|-------|--------------|-----------------|
|  |          | w            |       |              |                 |
| Compresor                                      | 1        | 15000        | 18750 | 400          | 24'06           |
| Desmontadora de Neumáticos                     | 1        | 750          |       | 400          | 1'20            |
| Calentador de agua                             | 1        | 1000         |       | 230          | 4'83            |
| Cocina   | 1        | 2750         |       | 230          | 13'29           |
| Microondas                                     | 1        | 800          |       | 230          | 3'86            |
| Nevera   | 1        | 200          |       | 230          | 0'97            |
| Máquina expendedora                            | 1        | 800          |       | 230          | 3'86            |
| Cafetera                                       | 1        | 1500         |       | 230          | 7'25            |
| Equipo Informático 1                           | 2        | 1200         |       | 230          | 2'90            |
| Equipo Informático 2                           | 2        | 1200         |       | 230          | 2'90            |
| <b>Potencia total demandada por Maquinaria</b> |          | <b>22600</b> |       |              |                 |

Calculada la intensidad demandada por cada receptor, se distribuirán las intensidades entre fases (R, S, T). Por lo que se obtiene una intensidad total por fase. La distribución se muestra en la tabla 4.

**Tabla 4 - Intensidad por fase**

| Intensidad<br>A  |                                    |                                    |                                    |
|--|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Trifásica  |                                    |                                    |                                    |
|  | R                                  | S                                  | T                                  |
| Compresor  | 24'06                              | 24'06                              | 24'06                              |
| Desmontadora de neumáticos                                   | 1'20                               | 1'20                               | 1'20                               |
| Toma Corriente - Taller - Trifásica                          | 16'60                              | 16'60                              | 16'60                              |
| Monofásica   |                                    |                                    |                                    |
|  | R                                  | S                                  | T                                  |
| Philips CR150B PSU W30L120 IP54                              | 2'71                               |                                    |                                    |
| Philips DN130B D217  | 1'06                               |                                    |                                    |
| Philips WT470X L1600   | 10'09                              |                                    |                                    |
| Luz Emergencia   | 1'45                               |                                    |                                    |
| Toma Corriente - Recepción - Sala de Espera - Aseos públicos |                                    |                                    | 16'67                              |
| Toma Corriente - Tienda                                      | 16'67                              |                                    |                                    |
| Toma Corriente - Oficina                                     |                                    |                                    | 16'67                              |
| Toma Corriente - Sala máquinas                               |                                    |                                    | 16'67                              |
| Toma Corriente - Almacén 1                                   | 16'67                              |                                    |                                    |
| Toma Corriente - Almacén 2                                   |                                    | 16'67                              |                                    |
| Toma corriente - Taller - Monofásica                         | 16'67                              |                                    |                                    |
| Toma Corriente - Sala común - Aseos - Duchas                 |                                    | 16'67                              |                                    |
| Calentador de agua   |                                    | 4'83                               |                                    |
| Cocina   |                                    |                                    | 13'29                              |
| Microondas   |                                    |                                    | 3'86                               |
| Nevera   |                                    |                                    | 0'97                               |
| Máquina expendedora  |                                    |                                    | 3'86                               |
| Cafetera   |                                    |                                    | 7'25                               |
| Equipo Informático 1   |                                    |                                    | 2'90                               |
| Equipo Informático 2   |                                    |                                    | 2'90                               |
|  | <b>Intensidad total por fase R</b> | <b>Intensidad total por fase S</b> | <b>Intensidad total por fase R</b> |
|  | <b>112'06</b>                      | <b>91'93</b>                       | <b>92'17</b>                       |

Después de realizar la distribución de cargas se consigue el valor máximo de intensidad de 104'13 A por fase. Quedando definida la previsión de carga por la siguiente ecuación:

$$P_{1,2} = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

donde:

- $P_{1.2}$  Potencia prevista de carga de los receptores [W]  
 $V$  Tensión fase-neutro. Suministros: Monofásicos 230 V; Trifásicos 400 V  
 $I$  Intensidad máxima por fase [A]  
 $\cos \varphi$  Factor de potencia [adm] siendo  $\cos \varphi = 0.9$

$$P_{1.2} = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 92.17 \text{ A} \cdot 0.9$$

$$P_{1.2} = 57469.83 \text{ W}$$

### 1.1.3 Previsión de cargas de diseño

Se debe tener en cuenta siempre que la previsión de cargas para la instalación del taller será el máximo de la potencia según REBT y la potencia prevista de los receptores.

Por lo que en el caso de estudio tomaremos el valor mayor de la comparación de dichos métodos de previsión de cargas.

$$P_{1.1} = 57570 \text{ W}$$

$$P_{1.2} = 57469.83 \text{ W}$$

Por tanto, se tomará el valor de previsión de cargas dado por el primer método que es la potencia prevista de la instalación según la ITC-BT-10 que marca la mínima carga. La potencia de diseño queda:

$$P_D = 57570 \text{ W}$$

donde:

- $P_D$  Potencia de diseño [W]

### 1.2 Instalaciones de enlace.

ITC-BT-12, define las Instalaciones de enlace.

Se denominan instalaciones de enlace aquellas que unen la caja general de protección o cajas generales de protección, incluidas estas, con las instalaciones interiores o receptoras del usuario.

Comenzaran, por tanto, en el final de la acometida y terminaran en los dispositivos generales de mando y protección.

Las partes que constituyen las instalaciones de enlace son:

- Caja general de protección (CGP)
- Línea general de protección (LGP).
- Elementos para la ubicación de contadores (CC).
- Derivación individual (DI).
- Caja del interruptor de control de potencia (ICP)

-Dispositivos generales de mando y protección (DGMP).

Los tipos de esquema que se pueden dar de las instalaciones de enlace son:

- 1 Para un solo usuario.
- 2 Para más de un usuario. Donde según la colocación de los contadores se dividen en:
  - Colocación de contadores para dos usuarios alimentados desde el mismo lugar.
  - Colocación de contadores en forma centralizada en un lugar.
  - Colocación de contadores en forma centralizada en más de un lugar.

### **1.2.1 Acometida.**

La acometida no forma parte de las instalaciones de enlace, y es responsabilidad de la empresa suministradora. Por lo tanto, no es objeto de estudio en el presente proyecto.

En caso de tener que realizar dicho cálculo, se realizará según lo dispuesto en la ITC-BT-11, la cual nos señala la utilización de:

- ITC-BT-06 para la elección de conductores en acometidas aéreas.
- ITC-BT-07 para las subterráneas.
- ITC-BT-10

### **1.2.2 Línea general de alimentación.**

La ITC-BT-2, nos define que para un solo usuario se podrán simplificar las instalaciones de enlace al coincidir en el mismo lugar la Caja General De Protección y la situación del equipo de medida y no existir, por tanto, la Línea General de Alimentación. En consecuencia, el fusible de seguridad coincide con el fusible de la Caja general de protección.

### **1.2.3- Derivaciones individuales.**

Para las derivaciones individuales (DI), se debe seguir la ITC-BT-15, así como lo dispuesto en el apartado 9 de las Normas Particulares de Endesa.

#### **1.2.3.1 Cálculo de la sección del conductor.**

Se deberá tener en cuenta:

- Derivación individual (DI), según ITC-BT-15.
- Previsión de carga, según ITC-BT-10.
- Esquema de instalación de enlace, según ITC-BT-12.
- Tipo de cableado, según ITC-BT-15. En el caso de cables aislados en el interior de tubos enterrados se tendrá en cuenta lo dispuesto en la ITC-BT-07. Los conductores a utilizar, serán de cobre, normalmente unipolares y aislados de tensión asignada 450/750V. Para el caso de multiconductores o para el caso

de DI en el interior de tubos enterrados el aislamiento será 0,6/1kV. Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. La sección de los cables será uniforme en todo su recorrido. La sección mínima de los conductores será 6mm<sup>2</sup> para los cables polares, neutro y protección y de 1,5mm<sup>2</sup> para el hilo de mando.

- Tipo de conducción (Canalización), según ITC-BT-15.
- Longitud de la Derivación Individual.

Se partirá de una nave industrial donde la instalación de enlace será para un solo usuario, con previsión de potencia de 57'57 kW a 400V, con factor de potencia de 0'90 (Se tomará el valor recomendado por la compañía suministradora, en este caso ENDESA). La línea estará formada por cables unipolares aislados de aislamiento XLPE, en conducción bajo tubo empotrado, con una longitud de 10 m y temperatura ambiente es de 40 °C.

Se determinará en un principio la intensidad total de la Distribución Individual (DI):

**para Trifásico:**

$$I = P / (\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi)$$

donde:

- I Intensidad de línea (A)
- P Potencia de cálculo de la línea [w]
- V Tensión simple fase-neutro [V]
- cos  $\varphi$  Factor de potencia de la instalación [adm]

$$I = 57750 \text{ W} / (\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0'90)$$

$$I = 92'33 \text{ A}$$

En segundo lugar, se calcula la caída de tensión máxima en voltios, tomando el valor de la tabla 12.

$$U = (V / 100) \cdot e$$

donde:

- U Caída de Tensión máxima [v]
- e Caída de tensión admisible [%]
- V Tensión fase-neutro. Suministros. Trifásicos 400 V

$$U = (400 \text{ V} / 100 \%) \cdot 1'5 \%$$

$$U = 6 \text{ V}$$

Por último se calcula la sección teniendo en cuenta la caída de tensión.

$$S = (\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi) / (\gamma_{90^\circ} \cdot U)$$

donde:

- U Caída de Tensión máxima [v]
- L Longitud línea de Derivación Individual (DI) [m]

- I Intensidad de línea (A)  
 cos  $\varphi$  Factor de potencia de la instalación [adm]  
 $\gamma_{90^\circ}$  Conductividad del conductor a 90° C [adm]

Para determinar la conductividad se utiliza la tabla 2 del ANEXO II del REBT. Tabla 5. Se debe tener en cuenta el tipo de conductor, el tipo de aislante y la temperatura admisible para el tipo de aislante.

**Tabla 5 - Conductividad de los conductores en función de su temperatura**

| Cobre               |           | Aluminio            |           |                   |
|---------------------|-----------|---------------------|-----------|-------------------|
| $\gamma_{20^\circ}$ | <b>56</b> | $\gamma_{20^\circ}$ | <b>35</b> |                   |
| $\gamma_{70^\circ}$ | <b>48</b> | $\gamma_{70^\circ}$ | <b>30</b> | <b>PVC</b>        |
| $\gamma_{90^\circ}$ | <b>44</b> | $\gamma_{90^\circ}$ | <b>28</b> | <b>XLPE o EPR</b> |

Dado que la temperatura admisible para cables aislados con XLPE es de 90°C, se tendrá en cuenta una conductividad de 44 para conductores de cobre.

$$S = (\sqrt{3} \cdot 10 \text{ m} \cdot 92,33 \text{ A} \cdot 0,9) / (44 \cdot 6 \text{ V})$$

$$S = 5,45 \text{ mm}^2$$

Se tiene que elegir un diámetro comercial mayor que cumpla con la intensidad. Para ello se utilizan las tablas A-52-1-bis de la ITC-BT-19 averiguamos la intensidad admisible para el conductor. Para tres conductores de cobre de XLP, se utiliza el método de instalación B1 (Cable multipolar en tubos empotrados en mampostería). De la columna 8b queda:

Para una sección de 6 mm<sup>2</sup> no es suficiente para 92,33 A, se seleccionará un conductor de 35 mm<sup>2</sup> que admite hasta 124 A.

### 1.2.3.2 Cálculo de la sección del conductor de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Se debe aplicar la ITC-BT-18 apartado 3.4.

El cable de protección se determinará de la tabla 6 que pertenece a la Tabla 2 de la ITC-BT-18. También se puede obtener por calculo conforme a lo indicado en la norma UNE-HD 60364-5-54.

**Tabla 6 - Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase.**

| Sección de los conductores de fase de la instalación (S)<br>mm <sup>2</sup> | Sección mínima de los conductores de protección (S <sub>p</sub> )<br>mm <sup>2</sup> |
|---|--|
| <b>S ≤ 16</b>   | <b>S<sub>p</sub> = S</b>   |
| <b>16 &lt; S ≤ 35</b>   | <b>S<sub>p</sub> = 16</b>  |
| <b>S &gt; 35</b>  | <b>S<sub>p</sub> = S/2</b>   |

**Tabla 2 de la ITC-BT-18**

La sección mínima del conductor de protección:

$$S_p = 16 \text{ mm}^2$$

Por tanto, la derivación individual constara de 5 conductores:

- Tres cables polares de 35 mm<sup>2</sup>.
- Un cable neutro con una sección calculada de 35 mm<sup>2</sup>.
- Un cable de protección con una sección de 16 mm<sup>2</sup>.

. Por tanto, la sección interior del tubo será como mínimo de 4 veces la sección ocupada por los conductores.

### 1.2.3.2 Canalización de la derivación individual.

Para el cálculo de la canalización necesaria de la derivación individual se deberá aplicar la ITC-BT-20 y se establecerá bajo las condiciones de la Instrucciones de ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

La canalización será de tipo enterrada con conductores de diferentes secciones bajo un mismo tubo. Por tanto, se aplicará la ITC-BT-20 apartado 2.2.3 Conductores aislados enterrados y se establecerá bajo las condiciones de la Instrucciones de ITC-BT-07 e ITC-BT-21 apartado 1.2.4 Tubos en canalizaciones enterradas.

El cálculo de la canalización, que es necesaria para la derivación individual (constará de 5 conductores) estará influenciada por la suma de sección de cada conductor.

En primer lugar, se debe determinar el diámetro exterior de los conductores a través de los datos aportados por el fabricante. Se ha resumido en la tabla 7 los datos necesarios para el cálculo.

**Tabla 7 - Diámetro exterior cables libres de halógenos RZ1-K (AS) CPR del fabricante RCT**

| Sección<br>mm <sup>2</sup> | Diámetro exterior<br>mm |
|----------------------------|-------------------------|
| 16                         | 10'10                   |
| 35                         | 12'85                   |

En segundo lugar, se aplicará para cada conductor, la siguiente fórmula:

$$S = n \cdot (\pi \cdot D^2) / 4$$

donde:

- n Número de conductores de la misma sección
- S Sección del conductor [mm<sup>2</sup>]
- D Diámetro exterior del conductor [mm]
- π Constante [adm]

Conductor de protección (16 mm<sup>2</sup>):

$$S_1 = 1 \cdot (\pi \cdot 10'10^2) / 4$$

$$S_1 = 80'12 \text{ mm}^2$$

Conductores de 35 mm<sup>2</sup>:

$$S_2 = 4 \cdot (\pi \cdot 12'85^2) / 4$$

$$S_2 = 518'75 \text{ mm}^2$$

Quedando la sección total que ocupan los conductores:

$$S_{\text{TOTAL}} = S_1 + S_2 = 598'87 \text{ mm}^2$$

Por último, se aplicará la tabla 9 de la ITC-BT-21 del apartado 1.2.4 Tubos en canalizaciones enterradas. Que nos indica que para más de 10 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo de 4 veces la sección ocupada por los conductores.

La sección interior del tubo queda:

$$S_{\text{TUBO}} = 4 \cdot 598'87 \text{ mm}^2$$
$$S_{\text{TUBO}} = 2395'48 \text{ mm}^2$$

Se deberá proceder a calcular el diámetro interior mínimo de la tubería (canalización) para poder buscar la tubería comercial con un diámetro igual o superior.

$$D_{\text{INTERIOR,TUBO}} = ((4 \cdot S_{\text{TUBO}}) / \pi)^{1/2}$$
$$D_{\text{INTERIOR,TUBO}} = ((4 \cdot 2395'48 \text{ mm}^2) / \pi)^{1/2}$$
$$D_{\text{INTERIOR,TUBO}} = 55'23 \text{ mm}$$

Se buscará diámetro comercial mayor al diámetro mínimo calculado. Por tanto, queda:

$$D_{\text{INTERIOR,TUBO}} = 110 \text{ mm}$$

### **1.2.3.3 Protección contra sobreintensidades de la derivación individual.**

Para el cálculo de las protecciones necesarias de la derivación individual se deberá aplicar la ITC-BT-22.

Todo circuito debe estar protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles. Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos
- Descargas eléctricas atmosféricas.

#### **1.2.3.3.1 Protección contra sobrecargas.**

Para la protección contra sobrecargas se recomienda en instalaciones industriales se puede usar tanto relés térmicos o equivalentes asociados con IA (interruptores automáticos) como fusibles, aunque la protección proporcionada por el IA con relé térmico es más eficiente que la proporcionada por el fusible.

Las características de funcionamiento de un dispositivo que protege un cable (o conductor) contra sobrecargas deben satisfacer las dos condiciones siguientes:

$$1) I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$2) I_2 \leq 1.45 \cdot I_z$$

donde:

- $I_B$  Corriente para la que se ha diseñado el circuito según la previsión de cargas [A]
- $I_z$  Corriente máxima admisible del cable en función del sistema de instalación utilizado [A]
- $I_n$  Corriente asignada del dispositivo de protección [A]
- $I_2$  Corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo [A]

El valor de  $I_2$  se indica en la norma de producto o se puede leer en las instrucciones o especificaciones proporcionadas por el fabricante:

- Para interruptores según UNE EN 60898 o UNE EN 61009:

$$I_2 = 1.45 \cdot I_z$$

- Para interruptores según UNE EN 60947-2:

$$I_2 = 1.30 \cdot I_z$$

Las verificaciones quedarían definidas en la tabla 8.

| Tabla 8 - Verificaciones Protección conta sobrecargas |  |
|---|--|
| Condiciones a cumplir                                 |  |
| $I_B \leq I_n \leq I_z$                               | Legrand DPX 250 cumple UNE EN 60947-2                      |
|   | $I_2 = 1.30 \cdot I_z$<br>$I_2 = 1.30 \cdot 124 \text{ A}$ |
| $92.33 \text{ A} \leq 100 \leq 124 \text{ A}$         | $I_2 = 161.2 \text{ A}$                                    |
| Cumple  | Cumple   |

### 1.2.3.3.1 Protección con Interruptor automático (IA).

El funcionamiento de los IA (Interruptores automáticos) se define mediante una curva en la que se observan dos tramos:

-Disparo por sobrecarga: características térmicas de tiempo inverso o de tiempo dependiente.

-Disparo por cortocircuito: sin retardo intencionado, caracterizados por la corriente de disparo instantáneo ( $I_m$ ), también denominados de características magnética o de tiempo independiente.

En interruptores automáticos para instalaciones domésticas o análogas (IA modulares o magnetotérmicos) se definen tres clases de disparo magnético ( $I_m$ ) según el múltiplo de la corriente asignada ( $I_n$ ), cuyos valores normalizados son:

- Curva B:  $I_m = (3 \text{ a } 5) \cdot I_n$
- Curva C:  $I_m = (5 \text{ a } 10) \cdot I_n$
- Curva D:  $I_m = (10 \text{ a } 20) \cdot I_n$

donde:

- Curva B Tiene su aplicación para la protección de circuitos en los que no se producen transitorios.
- Curva C Se utiliza para protecciones de circuitos con carga mixta y habitualmente en las instalaciones de usos domésticos y análogos.
- Curva D Se utiliza cuando se prevén transitorios importantes (arranque de motores, por ejemplo).

Por tanto, en el caso del circuito de maquinaria al tener un motor, se deberá usar un Interruptor Automático que disponga de una curva B. En este caso el Legrand DPX 250 debe estar entre los valores siguientes de disparo instantáneo ( $I_m$ ):

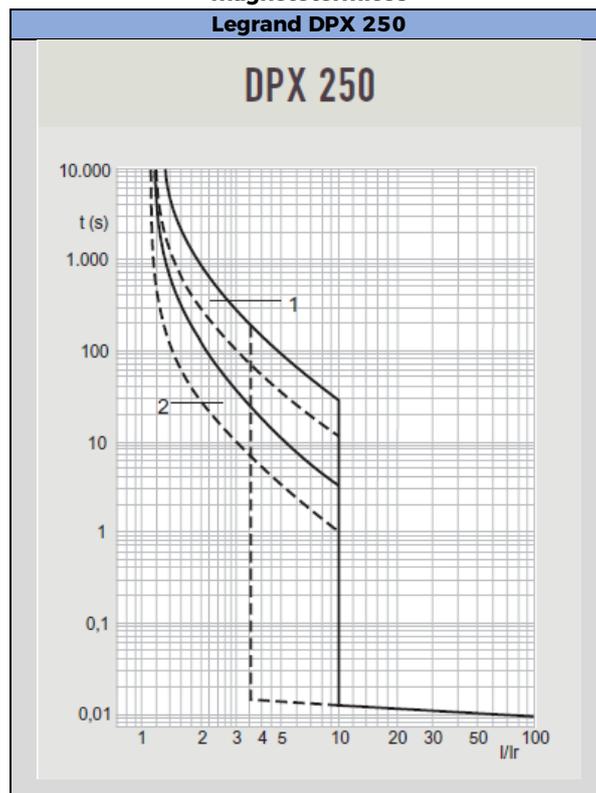
$$I_m = (3 \text{ a } 5) \cdot I_n$$

$$I_m = (3 \text{ a } 5) \cdot 100 \text{ A}$$

$$I_m = [300 - 500] \text{ A}$$

Para confirmar dicho valor se debe acudir a las curvas que debe suministrar el fabricante. En la tabla 9 se muestra dicha gráfica.

**Tabla 9 - Curvas de disparo magnético de magnetotérmicos**  
**Legrand DPX 250**



En este modelo de interruptor automático el disparo instantáneo a una corriente asignada de 100 A es de 350 A. Por lo tanto, cumple.

### 1.2.3.4. Resumen Derivación individual.

En la siguiente tabla se resumen todos los resultados de los cálculos explicados anteriormente.

**Tabla 10 - Derivación Individual (DI)**

| Tipo                                    | Potencia Demandada<br>kW | Factor de potencia<br>adm   | Longitud<br>m   | Intensidad<br>A  |                          |
|---|--------------------------|---|---|--|--------------------------|
| Trifásica                               | 57'57                    | 0'9   | 10  | 92'33  |                          |
| <b>Protección línea</b>                 |                          |   |   |  |                          |
| Interruptor automático (IA)             | Marca<br>Legrand         | Modelo<br>DPX 250   | Características   |  |                          |
|   |                          |   | Tiempo de disparo ( $t_p$ )                                   | 0'05 (fija)  |                          |
|   |                          |   | Intensidad de corte último del dispositivo ( $I_{cu}$ )<br>kA | 36   |                          |
|   |                          |   | Intensidad nominal 1 ( $I_{n,1}$ )<br>A                       | 100  | Variable según necesidad |
|   |                          |   | Intensidad nominal 2 ( $I_{n,2}$ )<br>A                       | 160  |                          |
| Intensidad nominal 3 ( $I_{n,3}$ )<br>A | 250                      |   |   |  |                          |
| <b>Cableado</b>                         |                          |   |   |  |                          |
| Marca                                   | Modelo                   | Características   |   |  |                          |
| RCT                                     | RZ1-K (AS) CPR           | Cable de tensión asignada 0'6/1 kV con conductor de cobre clase 5 (-k), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1). UNE 21123-5 |   |  |                          |
|   |                          | 3 conductores de 35 mm <sup>2</sup>   |   |  |                          |
|   |                          | 1 conductor neutro de 35 mm <sup>2</sup>  |   |  |                          |
|   |                          | 1 conductor de protección 16 mm <sup>2</sup>  |   |  |                          |
| <b>Canalización</b>                     |                          |   |   |  |                          |
| Marca                                   | Modelo                   | Características   | Tipo Instalación  |  |                          |
| Aiscan                                  | DP NORMAL (DBN)          | Diámetro exterior ( $D_{exterior}$ )<br>mm  | 110   | Instalación enterada bajo tubo con conductores aislados en tubo empotrado en mampostería |                          |

### 1.3 Circuitos interiores.

#### 1.43.1 Circuito Maquinaria.

Se creará un circuito independiente para la maquinaria que se encuentra en las instalaciones del taller.

Se deberá tener en cuenta:

- Instalaciones interiores o receptoras según ITC-BT-19.
- Longitud de las líneas.

En un principio se determinará la intensidad total de la línea de distribución para maquinaria:

para Trifásico:

$$I = P / (\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi)$$

donde:

- I Intensidad de línea (A)
- P Potencia de cálculo de la línea [w]
- V Tensión simple fase-neutro [V]
- cos  $\varphi$  Factor de potencia de la instalación [adm]

$$I = 19500 \text{ W} / (\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0.90)$$

$$I = 31.27 \text{ A}$$

En segundo lugar, se calcula la caída de tensión máxima en voltios, tomando el valor de la tabla 12.

$$U = (V / 100) \cdot e$$

donde:

- U Caída de Tensión máxima [v]
- e Caída de tensión admisible [%] para instalación interior de instalaciones con otros usos se toma 5%
- V Tensión fase-neutro. Suministros. Trifásicos 400 V

$$U = (400 \text{ V} / 100 \%) \cdot 5 \%$$

$$U = 20 \text{ V}$$

Por último, se calculará la sección, teniendo en cuenta la caída de tensión.

$$S = (\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi) / (\gamma_{90^\circ} \cdot U)$$

donde:

- U Caída de Tensión máxima [v]
- L Longitud línea de distribución [m]
- I Intensidad de línea (A)
- cos  $\varphi$  Factor de potencia de la instalación [adm]
- $\gamma_{90^\circ}$  Conductividad del conductor a 90° C [adm]

Para determinar la conductividad se utiliza la tabla 2 del ANEXO II del REBT. Tabla 11. Se debe tener en cuenta el tipo de conductor, el tipo de aislante y la temperatura admisible para el tipo de aislante.

**Tabla 11 - Conductividad de los conductores en función de su temperatura**

| Cobre               |           | Aluminio            |           |                   |
|---------------------|-----------|---------------------|-----------|-------------------|
| $\gamma_{20^\circ}$ | <b>56</b> | $\gamma_{20^\circ}$ | <b>35</b> |                   |
| $\gamma_{70^\circ}$ | <b>48</b> | $\gamma_{70^\circ}$ | <b>30</b> | <b>PVC</b>        |
| $\gamma_{90^\circ}$ | <b>44</b> | $\gamma_{90^\circ}$ | <b>28</b> | <b>XLPE o EPR</b> |

Dado que la temperatura admisible para cables aislados con XLPE es de 90°C, se tendrá en cuenta una conductividad de 44 para conductores de cobre.

$$S = (\sqrt{3} \cdot 17 \text{ m} \cdot 31'27 \text{ A} \cdot 0'9) / (44 \cdot 20 \text{ V})$$

$$S = 0'94 \text{ mm}^2$$

Se tiene que elegir una sección comercial mayor que cumpla con la intensidad. Para ello se utilizan las tablas A-52-1-bis de la ITC-BT-19 averiguamos la intensidad admisible para el conductor. Para tres conductores de cobre de XLP, se utiliza el método de instalación B1 (Conductores aislados o cables unipolares en tubo sobre pared separado a 0'3 veces el diámetro del tubo). De la columna 8b queda:

Para una sección de 1'5 mm<sup>2</sup> no es suficiente para 31'27 A, seleccionamos finalmente un conductor de 10 mm<sup>2</sup> que admite hasta 57 A.

En este caso se ha sobredimensionado para poder cumplir con la protección ante sobrecargas y poder seleccionar un interruptor automático (IA) adecuado y cumplir las condiciones posteriormente explicadas.

### 1.3.1.1 Cálculo de la sección del conductor de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Se debe aplicar la ITC-BT-18 apartado 3.4.

El cable de protección se determinará de la tabla 12 que pertenece a la Tabla 2 de la ITC-BT-18. También se puede obtener por calculo conforme a lo indicado en la norma UNE-HD 60364-5-54.

**Tabla 12 - Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase.**

| Sección de los conductores de fase de la instalación (S)<br>mm <sup>2</sup> | Sección mínima de los conductores de protección (S <sub>p</sub> )<br>mm <sup>2</sup> |
|---|--|
| <b>S ≤ 16</b>   | <b>S<sub>p</sub> = S</b>   |
| <b>16 &lt; S ≤ 35</b>   | <b>S<sub>p</sub> = 16</b>  |
| <b>S &gt; 35</b>  | <b>S<sub>p</sub> = S/2</b>   |

Tabla 2 de la ITC-BT-18

La sección mínima del conductor de protección:

$$S_p = 10 \text{ mm}^2$$

Por tanto, la línea constará de 5 conductores:

- Tres cables polares de 10 mm<sup>2</sup>.
- Un cable neutro con una sección calculada de 10 mm<sup>2</sup>.
- Un cable de protección con una sección de 10 mm<sup>2</sup>.

### 1.3.1.2 Canalización.

Para el determinar la canalización necesaria de la línea se deberá aplicar la ITC-BT-20 y se establecerá bajo las condiciones de la Instrucciones de ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

La canalización será en tubos fijados en superficie con conductores de igual sección bajo un mismo tubo. Por tanto, se aplicará la ITC-BT-21 apartado 1.2.1.

El cálculo de la canalización, que es necesaria para la individual (constará de 5 conductores) estará influenciada por la suma de sección de cada conductor.

En primer lugar, se debe determinar el diámetro exterior de los conductores a través de los datos aportados por el fabricante. Se ha resumido en la tabla 7 los datos necesarios para el cálculo.

**Tabla 13 - Diámetro exterior cable RVFAV  
0'6/1kV del fabricante RCT**

| Sección<br>mm <sup>2</sup> | Diámetro exterior<br>mm |
|----------------------------|-------------------------|
| 10                         | 9                       |

En segundo lugar, se aplicará para cada tipo de cable, la siguiente fórmula:

$$S = (\pi \cdot D^2) / 4$$

donde:

- S Sección del conductor [mm<sup>2</sup>]  
 D Diámetro exterior del conductor [mm]  
 π Constante [adm]

Conductores y conductor de protección son de 6 mm<sup>2</sup>:

$$S = (\pi \cdot 9^2) / 4$$

$$S = 63'62 \text{ mm}^2$$

Por último, se aplicará la tabla 2 de la ITC-BT-21 del apartado 1.2.4 Tubos en canalizaciones enterradas. Que nos indica que para un número de 5 conductores de 63'62 mm<sup>2</sup> de sección, el diámetro interior de la canalización deberá ser de 63 mm.

Se buscará diámetro comercial mayor al diámetro mínimo calculado. Por tanto, queda:

$$D_{\text{INTERIOR,TUBO}} = 63 \text{ mm}$$

Se tomará Tubo de PVC rígidos (curvables en caliente), Aiscan, modelo BNE y BGE que cumple UNE-EN 61386-21 para tubos rígidos.

### **1.3.1.3 Protección contra sobreintensidades en circuito maquinaria.**

Para el cálculo de las protecciones necesarias de la derivación individual se deberá aplicar la ITC-BT-22.

Todo circuito debe estar protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles. Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos
- Descargas eléctricas atmosféricas.

#### **1.3.1.3.1 Protección contra sobrecargas.**

Para la protección contra sobrecargas se recomienda en instalaciones industriales, usar tanto relés térmicos o equivalentes asociados con IA (interruptores automáticos) como fusibles, aunque la protección proporcionada por el IA con relé térmico es más eficiente que la proporcionada por el fusible.

Las características de funcionamiento de un dispositivo que protege un cable (o conductor) contra sobrecargas deben satisfacer las dos condiciones siguientes:

$$3) I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$4) I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

donde:

|       |   |
|-------|---|
| $I_B$ | Corriente para la que se ha diseñado el circuito según la previsión de cargas [A]         |
| $I_z$ | Corriente máxima admisible del cable en función del sistema de instalación utilizado [A]  |
| $I_n$ | Corriente asignada del dispositivo de protección [A]                                      |
| $I_2$ | Corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo [A] |

El valor de  $I_2$  se indica en la norma de producto o se puede leer en las instrucciones o especificaciones proporcionadas por el fabricante:

- Para interruptores según UNE EN 60898 o UNE EN 61009:

$$I_2 = 1,45 \cdot I_z$$

- Para interruptores según UNE EN 60947-2:

$$I_2 = 1,30 \cdot I_z$$

Las verificaciones quedarían definidas en la tabla 14.

**Tabla 14 - Verificaciones Protección conta sobrecargas**

| Condiciones a cumplir   |   |
|---|---|
| $I_B \leq I_n \leq I_Z$                                       | <b>Legrand DPX 125 cumple UNE EN 60947-2</b>              |
|   | $I_Z = 1'30 \cdot I_n$<br>$I_Z = 1'30 \cdot 57 \text{ A}$ |
| <b><math>31'27 \text{ A} \leq 40 \leq 57 \text{ A}</math></b> | <b><math>I_Z = 74'1 \text{ A}</math></b>                  |
| <b>Cumple</b>   | <b>Cumple</b>   |

### 1.3.1.3.2 Protección con Interruptor Automático (IA).

El funcionamiento de los IA (Interruptores automáticos) se define mediante una curva en la que se observan dos tramos:

-Disparo por sobrecarga: características térmicas de tiempo inverso o de tiempo dependiente.

-Disparo por cortocircuito: sin retardo intencionado, caracterizados por la corriente de disparo instantáneo ( $I_m$ ), también denominados de características magnética o de tiempo independiente.

En interruptores automáticos para instalaciones domésticas o análogas (IA modulares o magnetotérmicos) se definen tres clases de disparo magnético ( $I_m$ ) según el múltiplo de la corriente asignada ( $I_n$ ), cuyos valores normalizados son:

$$\begin{aligned} \text{Curva B: } I_m &= (3 \text{ a } 5) \cdot I_n \\ \text{Curva C: } I_m &= (5 \text{ a } 10) \cdot I_n \\ \text{Curva D: } I_m &= (10 \text{ a } 20) \cdot I_n \end{aligned}$$

donde:

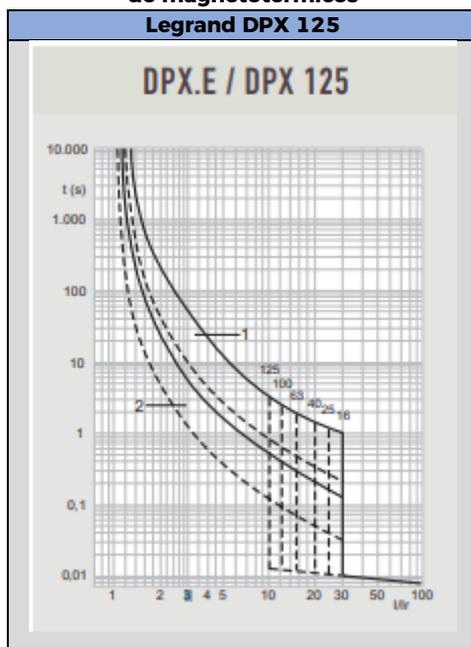
- Curva B Tiene su aplicación para la protección de circuitos en los que no se producen transitorios.
- Curva C Se utiliza para protecciones de circuitos con carga mixta y habitualmente en las instalaciones de usos domésticos y análogos.
- Curva D Se utiliza cuando se prevén transitorios importantes (arranque de motores, por ejemplo).

Por tanto, en el caso del circuito de maquinaria al tener un motor, se deberá usar un Interruptor Automático que disponga de una curva D. En este caso el Legrand DPX 125 debe estar entre los valores siguientes de disparo instantáneo ( $I_m$ ):

$$\begin{aligned} I_m &= (10 \text{ a } 20) \cdot I_n \\ I_m &= (10 \text{ a } 20) \cdot 40 \text{ A} \\ I_m &= [400 - 800] \text{ A} \end{aligned}$$

Para confirmar dicho valor se debe acudir a las curvas que debe suministrar el fabricante. En la tabla 15 se muestra dicha gráfica.

**Tabla 15 - Curvas de disparo magnético de magnetotérmicos**



En este modelo de interruptor automático el disparo instantáneo a una corriente asignada de 40 A es de 800 A. Por lo tanto, cumple.

**NOTA** Para el resto de la instalación se ha seguido el mismo procedimiento de estudio para secciones, tipo aislamiento y protecciones.

### **1.6 Puesta a tierra (ITC-BT-18 e ITC-BT-26)**

Para poder justificar el cálculo la instalación de puesta a tierra se parte de la ITC-BT-18.

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 grupos de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de las 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 que descarga de origen atmosférico.

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, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-

24 y los requisitos particulares de las Instrucciones técnicas aplicables a cada instalación.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE-EN 60228.

La ITC-BT-26 aplicable a vivienda, locales comerciales, oficinas y otros locales con usos análogos exige que la toma de tierra se realice en forma de anillo cerrado integrando a todo el perímetro del edificio al que se conectan, en su caso, los electrodos verticalmente hincados en el terreno cuando se prevea la necesidad de disminuir la resistencia de tierra que pueda presentar el conductor de anillo.

Debe tenerse en cuenta el cumplimiento del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión que dispone el valor máximo de resistencia de puesta a tierra en 37 V.

La naturaleza del terreno donde se ubica la nave industrial se puede considerar como "Suelo pedregoso desnudos, arenas secas permeables", con una resistividad orientativa de 3000  $\Omega \cdot m$ . Dicho valor se obtiene de la tabla 3 de la ITC-BT-18 de los valores medios aproximados de la resistividad en función del terreno.

La toma de tierra estará formada por un anillo de conducción perimetral (cerrado). Constituido por un conductor de cobre de 35 mm<sup>2</sup> de sección nominal enterrado y desnudo que cumple con la norma UNE-EN 60228. Conductor enterrado a una profundidad mayor de 0'8 m respecto a la primera solera transitable.

Para el correcto funcionamiento de los componentes de protección de la instalación según indica la ITC-BT-18, la resistencia a tierra del electrodo debe cumplir que la resistencia total sea inferior a la producida por las picas y el conductor. Por tanto, se debe cumplir la siguiente condición:

$$R_t \leq ( V_{c, \min} / I_{s, \min} )$$

donde:

|                   |  |
|-------------------|--|
| $R_t$             | Resistencia total a tierra [ $\Omega$ ]  |
| $V_{c, \min}$     | Tensión de contacto máxima admisible [V]   |
| $I_{s, \min}$     | Intensidad del diferencial nominal de desconexión máxima de los interruptores diferenciales [A]  |
| NOTA <sup>1</sup> | Según la ITC-BT-18: $V_{c, \min}$ puede tomar el valor de 24 V en local o emplazamiento del conductor o el valor de 50 V para demás casos. |
| NOTA <sup>2</sup> | Los modelos PDX de LEGRAND permiten variar la sensibilidad entre diferentes valores [0'03-0'3-1-3] A                                       |

Se tomarán para el cálculo los siguientes valores definidos anteriormente:

$$V_{c, \min} = 24 \text{ V}$$

$$I_{s, \min} = 0'3 \text{ A}$$

quedando:

$$R_t \leq 24 \text{ V} / 0'3 \text{ A}$$

$$R_t \leq 80 \Omega$$

La resistencia del conductor viene definida por la siguiente fórmula utilizada:

$$R_{\text{cond}} = ( 2 \cdot \rho ) / l$$

donde:

|                   |  |
|-------------------|--|
| $R_{\text{cond}}$ | Resistencia del conductor [ $\Omega$ ]               |
| $\rho$            | Resistividad del terreno [ $\Omega \cdot \text{m}$ ] |
| $l$               | Longitud de la conducción [m]                        |

quedando:

$$R_{\text{cond}} = ( 2 \cdot 3000 \Omega \cdot \text{m} ) / 264 \text{ m}$$

$$R_{\text{cond}} = 22'73 \Omega$$

La resistencia de las picas se obtendrá al aplicar la fórmula obtenida de la tabla 5 de la IT-BT-18, para pica vertical:

$$R_{\text{picas}} = \rho / n \cdot l$$

donde:

|                   |                                       |
|-------------------|---------------------------------------|
| $R_{\text{cond}}$ | Resistencia de las picas [ $\Omega$ ] |
| $n$               | Número de picas [ adm ]               |
| $L$               | Longitud de las picas [m]             |

quedando:

$$R_{\text{picas}} = 3000 \Omega \cdot \text{m} / 2 \cdot 2 \text{ m}$$

$$R_{\text{picas}} = 750 \Omega$$

La resistencia total se obtiene con la siguiente fórmula:

$$R_{\text{total}} = ( R_{\text{cond}} \cdot R_{\text{picas}} ) / ( R_{\text{cond}} + R_{\text{picas}} )$$

donde:

|                    |  |
|--------------------|--|
| $R_{\text{cond}}$  | Resistencia del conductor [ $\Omega$ ] |
| $R_{\text{picas}}$ | Resistencia de las picas [ $\Omega$ ]  |

quedando:

$$R_{\text{total}} = ( 22'73 \Omega \cdot 750 \Omega ) / ( 22'73 \Omega + 750 \Omega )$$

$$R_{\text{total}} = 22'06 \Omega$$

Por lo tanto, se cumple la condición y la resistencia total está por debajo de la resistencia máxima permitida. Además, se cumple con el valor máximo que se puede tener de resistencia de puesta a tierra de 37  $\Omega$  marcado por la REBT.

Se utilizarán arquetas de conexión con la intención de crear registros para la conexión a la conducción enterrada para las líneas principales de tierra de la instalación.

### 1.7 Sistema de protección frente a rayos.

El estudio se realiza según la sección 8 del DB SU.

Se debe justificar la instalación de un sistema de protección contra el rayo siempre que la frecuencia esperada de impactos ( $N_e$ ) sea mayor que el riesgo admisible ( $N_a$ ).

### 1.7.1 Instalación pararrayos.

El estudio se divide en dos partes diferenciadas: Verificación y Tipo de instalación exigido.

#### 1.7.1.1 Verificación.

La verificación consta del estudio de la frecuencia esperada de impactos y del riesgo admisible.

##### - Frecuencia esperada de impactos.

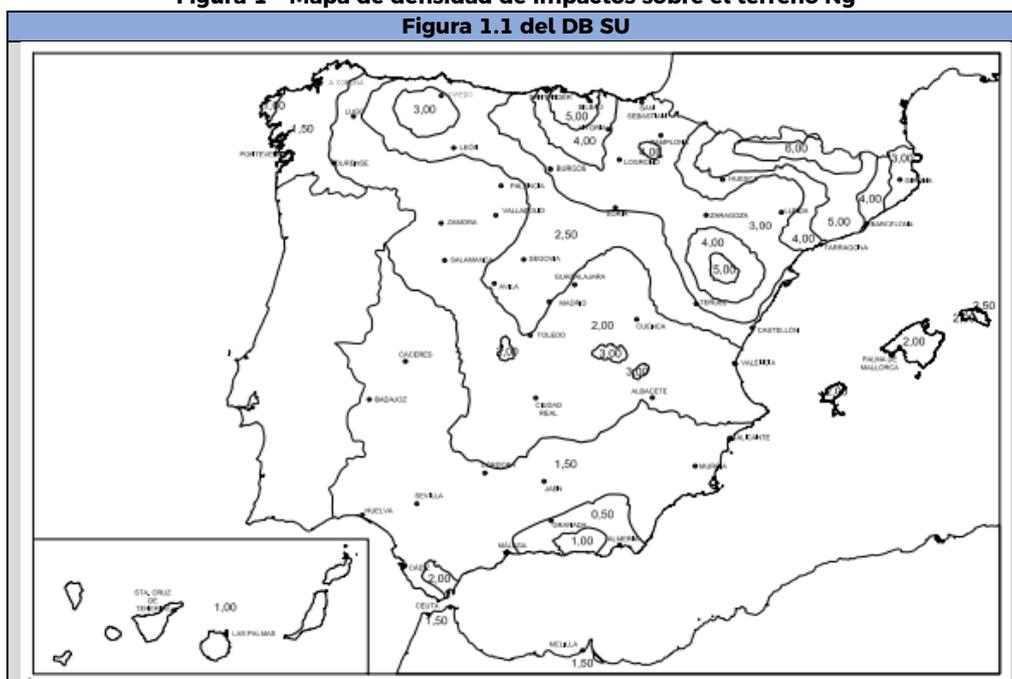
La frecuencia de impactos se define:

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6}$$

donde:

- $N_e$  Número de impactos por año [nº impactos / año]
- $N_g$  Densidad de impactos sobre el terreno [nº impactos / año, km<sup>2</sup>]
- $A_e$  Superficie de captura equivalente del edificio aislado, que es delimitada por línea a tres veces la altura del edificio del perímetro considerado de cada uno de los puntos del perímetro del edificio [m<sup>2</sup>]
- $C_1$  Coeficiente del entorno [adm]
- NOTA<sup>1</sup>  $C_1$  toma los valores de la tabla 1.1., de la sección 8 de DB SU. Tabla 16.
- NOTA<sup>2</sup>  $A_e$  toma los valores de la figura 1.1, de la sección 8 de DB SU. **Figura 1.**

**Figura 1 - Mapa de densidad de impactos sobre el terreno  $N_g$**



De la figura 1 se obtendrá un impacto por año ya que la instalación estará ubicada en Tenerife.

$$N_g = 1 \text{ impacto / año}$$

Tabla 16 - Coeficiente  $C_1$

| Tabla 1.1 Coeficiente $C_1$ del DB SU                              |       |
|--|-------|
| Situación del edificio   | $C_1$ |
| Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos | 0'5   |
| Rodeado de edificios más bajos                                     | 0'75  |
| Aislado  | 1     |
| Aislado sobre una colina o promontorio                             | 2     |

De la tabla 16 se obtiene un coeficiente de 0'5 por ser un edificio próximo a otros con árboles de la misma altura o más altos.

$$C_1 = 0'5$$

La superficie de captura equivalente ( $A_e$ ) del edificio aislado en  $m^2$ , según las dimensiones del edificio. Se puede calcular una aproximación debido a ser una superficie rectangular, con la siguiente fórmula:

$$A_e = (b \cdot a) + 6 \cdot h \cdot (b + a) + 9 \cdot \pi \cdot h^2$$

donde:

|   |                         |
|---|-------------------------|
| h | Altura del edificio [m] |
| a | Ancho del edificio [m]  |
| b | Largo del edificio [m]  |

quedando:

$$A_e = (30'30 \text{ m} \cdot 15'20 \text{ m}) + 6 \cdot 10 \text{ m} \cdot (30'30 \text{ m} + 15'20) + 9 \cdot \pi \cdot (10 \text{ m})^2$$

$$A_e = 6018 \text{ m}^2$$

Se obtendrá el número de impactos por año con los siguientes datos:

$$N_g = 1 \text{ impacto / año}$$

$$C_1 = 0'5$$

$$A_e = 6018 \text{ m}^2$$

quedando:

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6}$$

$$N_e = 1 \text{ impacto / año} \cdot 6018 \text{ m}^2 \cdot 0'5 \cdot 10^{-6}$$

$$N_e = 3'009 \cdot 10^{-3} \text{ impactos / año}$$

#### - Riesgo admisible.

El riesgo admisible, se determinará a través de la siguiente expresión:

$$N_a = (5'5 / (C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5)) \cdot 10^{-3}$$

donde:

|       |  |
|-------|--|
| $C_2$ | Coeficiente en función del tipo de construcción. Tabla 1.2 de la sección 8 de DB SU. Tabla 17.   |
| $C_3$ | Coeficiente en función del contenido del edificio. Tabla 1.3 de la sección 8 de DB SU. Tabla 18. |

- C<sub>4</sub> Coeficiente en función del uso del edificio. Tabla 1.4 de la sección 8 de DB SU. Tabla 19.
- C<sub>5</sub> Coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio. Tabla 1.5 de la sección 8 de DB SU. Tabla 20.

**Tabla 17 - Coeficiente C<sub>2</sub>**

| <b>Tabla 1.2 Coeficiente C<sub>2</sub> del DB SU</b> |                 |                 |               |
|--|-----------------|-----------------|---------------|
|  | <b>Cubierta</b> |                 |               |
| <b>Estructura</b>                                    | <b>Metálica</b> | <b>Hormigón</b> | <b>Madera</b> |
| <b>Metálica</b>                                      | <b>0'5</b>      | <b>1</b>        | <b>2</b>      |
| <b>Hormigón</b>                                      | <b>1</b>        | <b>1</b>        | <b>2'5</b>    |
| <b>Madera</b>  | <b>2</b>        | <b>2'5</b>      | <b>3</b>      |

De la tabla 17 se obtiene un coeficiente en función del tipo de construcción. La estructura de la nave es de hormigón con cubierta metálica.

$$C_2 = 1$$

**Tabla 18 - Coeficiente C<sub>3</sub>**

| <b>Tabla 1.3 Coeficiente C<sub>3</sub> del DB SU</b> |          |
|--|----------|
| <b>Edificio con contenido inflamable</b>             | <b>3</b> |
| <b>Otros contenidos</b>                              | <b>1</b> |

De la tabla 18 se obtiene el coeficiente en función del contenido del edificio. Se tomará el valor denominado como de otros contenidos.

$$C_3 = 1$$

**Tabla 19 - Coeficiente C<sub>4</sub>**

| <b>Tabla 1.4 Coeficiente C<sub>4</sub> del DB SU</b>               |            |
|--|------------|
| <b>Edificios no ocupados normalmente</b>                           | <b>0'5</b> |
| <b>Usos públicos. Concurrencia, Sanitarios, Comercial, Docente</b> | <b>3</b>   |
| <b>Resto de edificios</b>  | <b>1</b>   |

De la tabla 19 se obtiene un coeficiente en función del uso del edificio. Edificio próximo a otros con árboles de la misma altura o más altos.

$$C_4 = 0'5$$

**Tabla 20 - Coeficiente C<sub>5</sub>**

| <b>Tabla 1.4 Coeficiente C<sub>5</sub> del DB SU</b>  |          |
|---|----------|
| <b>Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave</b> | <b>5</b> |
| <b>Resto de edificios</b>   | <b>1</b> |

De la tabla 20 se obtiene el coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan. Se tomará el valor denominado resto de edificios.

$$C_5 = 1$$

Se obtendrá el riesgo admisible de impactos con los siguientes datos:

$$C_2 = 1$$

$$C_3 = 1$$

$$C_4 = 0,5$$

$$C_5 = 1$$

quedando:

$$N_a = (5,5 / (C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5)) \cdot 10^{-3}$$

$$N_a = (5,5 / (1 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 1)) \cdot 10^{-3}$$

$$N_a = 0,011 \text{ impactos / año}$$

#### - Resultado y conclusión.

La frecuencia esperada es menor que el riesgo admisible. Por lo tanto, no será necesaria la instalación de un sistema de protección contra rayo.

#### 1.8 Protección contra los contactos directos e indirectos.

Se seguirá lo marcado por la ITC-BT-24 para la protección contra los contactos directos e indirectos.

La instrucción describe las medidas destinadas a asegurar la protección de las personas contra los choques eléctricos.

Se debe tener en cuenta que, en la práctica, los dispositivos de protección contra sobrecorrientes no son de aplicación para la protección contra los contactos indirectos ya que, para alcanzar, sin riesgo para las personas, una intensidad suficiente para provocar la desconexión del circuito con defecto, debería garantizarse, de forma fiable y permanente durante toda la vida de la instalación, una resistencia de puesta a tierra extremadamente pequeña que es muy difícil de conseguir.

La sensibilidad de los diferenciales (intensidad diferencial residual) debe garantizar el correcto funcionamiento del dispositivo para la intensidad de defecto que se presenta en el esquema eléctrico.

La intensidad de pérdidas permanentes en red debe ser menores a las intensidades de no disparo del diferencial. Por tanto, se deberá cumplir:

$$I_{p,p} < I_{No,disp.}$$

donde:

$I_{p,p}$  Intensidad de pérdidas permanentes en el circuito [mA]

$I_{No,disp.}$  Intensidad de no disparo [mA]

Los interruptores diferenciales no pueden tener unas fugas permanentes mayores a la mitad de su corriente de fuga nominal (Sensibilidad del interruptor diferencial). Por tanto:

$$I_{No,disp.} = I_{\Delta n} / 2$$

donde:

$I_{\Delta n}$  Sensibilidad del interruptor diferencial o Intensidad diferencial residual de la protección [mA]

En la tabla 21 se resumen los resultados.

**Tabla 21 - Protecciones contra contactos directos e indirectos**

| Esquema                         | Tipo       | I<br>A | Protecciones   | Sensibilidad<br>mA | I <sub>NOdisparo</sub><br>mA | I <sub>perdida</sub><br>permanentes<br>mA |
|---------------------------------|------------|--------|--|--------------------|------------------------------|---|
| Maquinaria                      | Trifásica  | 28´42  | Debe cumplir: IEC60947-2<br>In 40 A<br>Un 400 V<br>Id 30 mA<br>(I)               | 30                 | 15                           | 0´54                                      |
| Taller                          | Trifásica  | 32´27  | Debe cumplir: IEC60947-2 Instantáneos<br>In 40 A<br>Un 400 V<br>Id 30 mA<br>(I)  | 30                 | 15                           | 1´65                                      |
| Taller                          | Monofásica | 86´40  | Debe cumplir: IEC60947-2 Instantáneos<br>In 100 A<br>Un 230 V<br>Id 30 mA<br>(I) | 30                 | 15                           | 1´5                                       |
| Sala de espera - Aseos públicos | Monofásica | 86´40  | Debe cumplir: IEC60947-2 Instantáneos<br>In 100 A<br>Un 230 V<br>Id 30 mA<br>(I) | 30                 | 15                           | 1´5                                       |
| Tienda                          | Monofásica | 43´20  | Debe cumplir: IEC60947-2 Instantáneos<br>In 63 A<br>Un 230 V<br>Id 30 mA<br>(I)  | 30                 | 15                           | 0´9                                       |
| Oficina                         | Monofásica | 64´80  | Debe cumplir: IEC60947-2 Instantáneos<br>In 100 A<br>Un 230 V<br>Id 30 mA<br>(I) | 30                 | 15                           | 0´465                                     |
| Sala Máquinas                   | Monofásica | 15     | Debe cumplir: IEC60947-2 Instantáneos<br>In 40 A<br>Un 230 V<br>Id 30 mA<br>(I)  | 30                 | 15                           | 0´48                                      |
| Almacén 1                       | Monofásica | 30     | Debe cumplir: IEC60947-2 Instantáneos<br>In 40 A<br>Un 230 V<br>Id 30 mA<br>(I)  | 30                 | 15                           | 1´125                                     |
| Almacén 2                       | Monofásica | 30     | Debe cumplir: IEC60947-2 Instantáneos<br>In 40 A<br>Un 230 V<br>Id 30 mA<br>(I)  | 30                 | 15                           | 1´125                                     |
| Sala Común - Aseos Empleados    | Monofásica | 43´20  | Debe cumplir: IEC60947-2 Instantáneos<br>In 63 A<br>Un 230 V<br>Id 30 mA<br>(I)  | 30                 | 15                           | 0´84                                      |



## **TRABAJO FIN DE GRADO**

### **INSTALACIONES DE UN TALLER DE MOTOCICLETAS**

#### **ANEXOS**

#### **2.4.- Cálculos Instalación Luminotécnica**

**Titulación:** Grado de Ingeniería Mecánica

**Autor:** Donato Arbelo Hernández

**Tutora:** Beatriz Trujillo Martín

**ÍNDICE. ANEXO CÁLCULOS INSTALACION LUMINOTÉCNICA**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 Instalación luminotécnica.....</b>                            | <b>1</b>  |
| <b>1.1 Sistema de alumbrado .....</b>                              | <b>1</b>  |
| <b>1.1.1 Método de alumbrado.....</b>                              | <b>1</b>  |
| <b>1.1.2 Tipo luminarias.....</b>                                  | <b>1</b>  |
| <b>1.1.3 Tipo de lámparas empleadas.....</b>                       | <b>1</b>  |
| <b>1.2 Criterios de diseño.....</b>                                | <b>1</b>  |
| <b>1.2.1 Altura del plano de trabajo.....</b>                      | <b>2</b>  |
| <b>1.2.2 Altura de suspensión de las luminarias.....</b>           | <b>2</b>  |
| <b>1.2.3 Coeficiente de reflexión.....</b>                         | <b>3</b>  |
| <b>1.2.4 Factor de conservación o de mantenimiento.....</b>        | <b>3</b>  |
| <b>1.2.5 Índice del local.....</b>                                 | <b>3</b>  |
| <b>1.2.6 Factor de utilización.....</b>                            | <b>5</b>  |
| <b>1.3 Calculo del sistema de iluminación.....</b>                 | <b>5</b>  |
| <b>1.3.1 Estudio Iluminación Taller.....</b>                       | <b>5</b>  |
| <b>1.3.2 Estudio Iluminación Tienda-Recepción-Sala espera.....</b> | <b>7</b>  |
| <b>1.3.3 Estudio Iluminación Oficina.....</b>                      | <b>10</b> |
| <b>1.3.4 Estudio Iluminación Almacén 1.....</b>                    | <b>12</b> |
| <b>1.3.5 Estudio Iluminación Almacén 2.....</b>                    | <b>14</b> |
| <b>1.3.6 Estudio Iluminación Aseos públicos.....</b>               | <b>17</b> |
| <b>1.3.7 Estudio Iluminación Aseos empleados.....</b>              | <b>20</b> |
| <b>1.3.8 Estudio Iluminación Accesos Aseos Personal.....</b>       | <b>23</b> |
| <b>1.3.9 estudio Iluminación Duchas.....</b>                       | <b>25</b> |
| <b>1.3.10 Estudio Iluminación Sala común.....</b>                  | <b>28</b> |
| <b>1.3.11 Estudio Iluminación Sala máquinas.....</b>               | <b>31</b> |
| <b>1.4 Alumbrado de emergencia.....</b>                            | <b>33</b> |
| <b>1.4.1 Informe Daisa.....</b>                                    | <b>35</b> |



## **1 Instalación luminotécnica.**

Justificación de la solución aportada para los diferentes elementos que forman la instalación luminotécnica, diseñada para este proyecto.

### **1.1 Sistema de alumbrado**

Se ha optado por la iluminación directa al ser el sistema de iluminación más económica y la que ofrece mayor rendimiento lumínico. Este tipo de iluminación el flujo se dirige sobre la superficie a iluminar donde una pequeña parte del flujo refleja a las paredes y techos.

#### **1.1.1 Método de alumbrado.**

El método de alumbrado nos indica como se reparte la luz en las zonas iluminadas. Se ha usado el método de alumbrado general para las instalaciones. El método de alumbrado general nos permite un nivel de iluminación distribuido de forma uniforme, creando unas condiciones de visión similar en toda la nave, lo cual crea confort visual a los empleados para poder desarrollar adecuadamente sus funciones en las instalaciones.

#### **1.1.2 Tipo luminarias**

Las luminarias se han seleccionado según la función de la zona donde se han instalado para cumplir las características adecuadas para esas funciones.

-Luminarias estancas colgantes: en zona de taller y almacén ya que son zonas de actividad tipo industrial y se pueden almacenar productos químicos. Además, en la zonas de descanso de los empleados ya que le estética no es primordial en esta zona.

-Luminarias de montaje empotrado en falso techo: en el resto de zonas ya que son estéticamente correctos para las zonas donde tienen acceso los clientes.

#### **1.1.3 Tipo de lámparas empleadas**

Las lámparas seleccionadas para todas las zonas han sido de tipo led ya que ofrecen buenos niveles de rendimiento lumínico con bajos costes de instalación como de bajos consumos de potencia eléctrica.

Las lámparas instaladas poseen una eficacia luminosa entre 87'5 a 17'5 lm/W.

### **1.2 Criterios de diseño**

Se debe de conocer para realizar los cálculos:

-Parámetros que se van a usar.

-Niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo: Se obtienen de los requisitos de iluminación mantenida ( $E_m$ ) para áreas interiores, tareas y actividades, expuestas en el apartado 5 de la norma UNE 12464-1 y los valores recomendados en el anexo IV del R.D. 486/1997 del 14 de abril, por el que se establecen las

disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Los niveles de iluminación necesaria por zonas, se resume en la tabla 1.

**Tabla 1 - Niveles de iluminación por zona**

| Zona                            | Nivel de iluminación lux |
|---------------------------------|--------------------------|
| Taller                          | 300                      |
| Recepción - Sala Espera -Tienda | 300                      |
| Oficina                         | 300                      |
| Sala común                      | 200                      |
| Almacenes                       | 200                      |
| Aseos públicos                  | 200                      |
| Aseos empleados                 | 200                      |
| Sala común                      | 200                      |
| Sala máquinas                   | 200                      |

-Valores límites de eficiencia energética de la instalación expuestos en el apartado 2.1 del Documento Básico HE de ahorro de energía. Los valores necesarios para la instalación se resumen en la tabla 2.

**Tabla 2 - Valores límite de eficiencia energética de la instalación**

| Zona                            | Actividad diferenciada aplicable              | Eficiencia Energética W/m <sup>2</sup> /100lux |
|---------------------------------|---|--|
| Taller                          | Recintos, interiores asimilables a grupo 1    | 4´5  |
| Almacenes                       | Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas | 5  |
| Aseos públicos                  | Zona común                                    | 4´5  |
| Aseos empleados                 | Zona común                                    | 4´5  |
| Recepción - Sala Espera -Tienda | Administrativo en general                     | 3´5  |
| Oficina                         | Administrativo en general                     | 3´5  |
| Sala máquinas                   | Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas | 5  |

### 1.2.1 Altura del plano de trabajo

Altura a la cual se desarrollan los trabajos descritos para cada zona y donde se necesita la iluminación correcta para desarrollar correctamente dichos trabajos. La altura de trabajo será de 0,80m, pero en la zona de taller se ha modificado al nivel del suelo ya que se puede dar algún trabajo específico que necesite un nivel adecuado de iluminación a esa altura. Se resumen los datos en la tabla 3.

**Tabla 3 - Alturas del plano de trabajo**

| Zona                                   | Altura tipo de trabajo |
|--|------------------------|
| Zona de Taller (h <sub>zi</sub> )<br>m | 0                      |
| Resto de zonas (H <sub>r2</sub> )<br>m | 0´80                   |

### 1.2.2 Altura de suspensión de las luminarias

En las zonas de techos con una altura normal (comprendida entre 2,5-3 m) las luminarias irán colocadas a la altura máxima posible. Se tomará 3m como valor.

Las zonas de trabajo del taller como en las de almacenamiento: la altura vendrá definida por la altura dada en los siguientes cálculos. Hay que tener en cuenta que la altura de la nave es de 8m. Por lo tanto, diferenciando la altura mínima con la óptima. Se definen:

-Altura mínima:

$$h_{\min} = \frac{2}{3} \cdot (h_n - h_{pt})$$

donde:

$h_{\min}$  Altura mínima a la que se deben colocar las luminarias [m]  
 $h_n$  Altura de la nave [m]  
 $h_{pt}$  Altura del plano de trabajo [m]

$$h_{\min} = \frac{2}{3} \cdot (8m - 0m)$$

$$h_{\min} = \frac{16}{3} m = 5,33 m$$

-Altura óptima:

$$h_{opt} = \frac{4}{5} \cdot (h_n - h_{pt})$$

donde:

$h_{opt}$  Altura óptima a la que se debe situar las luminarias [m]  
 $h_n$  Altura de la nave [m]  
 $h_{pt}$  Altura del plano de trabajo [m]

$$h_{opt} = \frac{4}{5} \cdot (8m - 0m)$$

$$h_{opt} = \frac{32}{5} m = 6,4 m$$

Las ecuaciones anteriores son orientativas ya que no siempre se podrá colocar las luminarias en las alturas deseadas. En las instalaciones que se estudian, se nos permiten colocar dichas luminarias a la altura deseada ya que no se presentan limitaciones a la instalación. Se resumen las alturas de suspensión de las luminarias en la tabla 4.

**Tabla 4 - Altura de suspensión de las luminarias**

| Altura de techo       |   | Altura de suspensión (óptima - mínima) |      |
|-----------------------|---|--|------|
| Normal ( $h_n$ )<br>m | 3 | Normal Óptimo ( $h_{opt,h}$ )<br>m     | 3    |
| Nave ( $h_n$ )<br>m   | 8 | Nave Mínimo ( $h_{\min,n}$ )<br>m      | 5'33 |
|                       | 8 | Nave Óptimo ( $h_{opt,n}$ )<br>m       | 6,40 |

### 1.2.3 Coeficiente de reflexión

En la tabla 5 se encuentran los valores de reflexión de techo, paredes y suelo.

**Tabla 5 - Grado de reflexión de las superficies**

| Superficies | Color     | Grado de Reflexión adm |
|-------------|-----------|------------------------|
| Techo       | Muy claro | 0,7                    |
|             | Claro     | 0,5                    |
|             | Medio     | 0,3                    |
| Paredes     | Claro     | 0,5                    |
|             | Medio     | 0,3                    |
|             | Oscuro    | 0,1                    |
| Suelo       | Claro     | 0,3                    |
|             | Oscuro    | 0,2                    |

Para el cálculo de nuestras instalaciones teniendo en cuenta las características de las superficies, se detallan en la tabla 6.

**Tabla 6 - Grado de reflexión de las superficies**

| Superficies | Color     | Grado de Reflexión adm |
|-------------|-----------|------------------------|
| Techo       | Muy claro | 0,7                    |
| Paredes     | Claro     | 0,5                    |
| Suelo       | Oscuro    | 0,2                    |

#### 1.2.4 Factor de conservación o de mantenimiento

El valor de conservación o de mantenimiento viene definido por el grado de suciedad ambiental como de la frecuencia con la que se lleve a cabo la limpieza del local. Se han asignado los factores según las características de los trabajos desarrollados en cada zona de las instalaciones. En la tabla 7 se encuentran los factores de conservación según el ambiente y como se han distribuido.

**Tabla 7 - Factor de conservación o mantenimiento**

| Ambiente | Factor de conservación (F <sub>c</sub> ) adm | Distribución por trabajo desarrollado                          |
|----------|--|--|
| limpio   | 0,8  | Oficina, sala de espera, recepción, tienda, aseos y vestuarios |
| Sucio    | 0,6  | Taller y almacenes   |

#### 1.2.5 Índice del local.

Valor que viene definido por la geometría del local y por el tipo de alumbrado. En nuestra instalación el alumbrado es directo por lo tanto la fórmula que define el índice de carga es la siguiente:

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

donde:

- h Altura de suspensión luminarias [m]
- a Ancho del local [m]
- b Longitud del local [m]

#### 1.2.6 Factor de utilización

Es un valor que se obtiene a partir del índice local y los factores de reflexión. Estos datos suelen estar tabulados y los suministran los propios fabricantes de luminarias ya que cada tipo de luminaria tiene su propia tabla con los factores de iluminación en función de los coeficientes de reflexión y el índice local. Por lo tanto, el factor de utilización se determina o extrae del software Dialux Evo.

### **1.3 Cálculo del sistema de iluminación.**

Los cálculos luminotécnicos se realizan con el Software Dialux EVO en su versión 8.2. Se tienen que tener en cuenta los valores siguientes:

- Niveles de iluminación por zonas
- Valores límite de Eficiencia Energética de la Instalación
- Grado de reflexión de las superficies
- Altura de plano de trabajo
- Altura óptima de suspensión luminarias
- Coeficiente de reflexión
- Factor de conservación o mantenimiento

Además, para el tipo de luminaria se han tenido en cuenta varios factores para poder seleccionar las luminarias adecuadas.

- Según el tipo de actividad a la que pertenece cada zona. Para tener una adecuada luminosidad.

- Emplear el menor número de modelos diferentes para cada zona y en general. Para evitar problemas de stock, simplificar mantenimiento.

Gracias a la utilización del software podemos determinar la cantidad de luminarias necesarias y su distribución.

#### **1.3.1 Estudio Iluminación taller.**

En esta zona de la nave es donde se realiza la actividad más importante que es la de la reparación de los vehículos a motor.

En los cálculos para la instalación de iluminación del taller, se ha tenido en cuenta que las luminarias estarán situadas a una altura óptima de 6'40 m y que el plano de trabajo es de 0 m.

Realizando las operaciones necesarias y utilizando los valores necesarios en el software Dialux EVO versión 8.2 se consiguen los siguientes resultados:

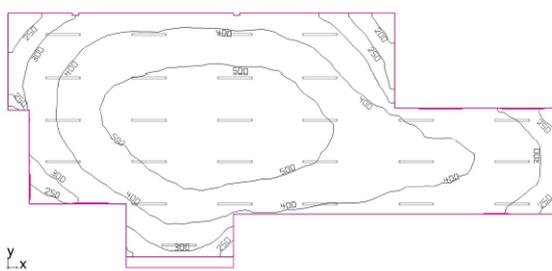
Proyecto\_Taller\_Motocicletas

15/08/2019

**DIALux**

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Taller / Resumen

**Taller**



Altura interior del local: 8.000 m, Grado de reflexión: Techo 69.3%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.60

**Plano útil**

| Superficie            | Resultado   | Media (Nominal) | Min | Max | Mín./medio | Mín./máx. |
|-----------------------|---|-----------------|-----|-----|------------|-----------|
| 1 Plano útil (Taller) | Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) [lx]<br>Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m | 417 (≥ 300)     | 168 | 560 | 0.40       | 0.30      |

| #                        | Luminaria                               | Φ(Luminaria) [lm] | Potencia [W] | Rendimiento lumínico [lm/W] |
|--------------------------|---|-------------------|--------------|-----------------------------|
| 26                       | Philips - WT470X L1600 1 xLED80S/840 NB | 7978              | 58.0         | 137.5                       |
| Suma total de luminarias |   | 207428            | 1508.0       | 137.6                       |

Potencia específica de conexión: 7.09 W/m² = 1.70 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 212.58 m²)

Consumo: 3400 kWh/a de un máximo de 7450 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

| Número de unidades | Luminaria (Emisión de luz)  |  |  |
|--------------------|---|--|--|
| 26                 | Philips - WT470X L1600 1 xLED80S/840 NB<br>Emisión de luz 1<br>Lámpara: 1xLED80S/840/-<br>Grado de eficacia de funcionamiento: 99.72%<br>Flujo luminoso de lámparas: 8000 lm<br>Flujo luminoso de las luminarias: 7978 lm<br>Potencia: 58.0 W<br>Rendimiento lumínico: 137.5 lm/W<br><br>Indicaciones colorimétricas<br>1xLED80S/840/-: CCT 3000 K, CRI 100 |  |  |

Flujo luminoso total de lámparas: 208000 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 207428 lm, Potencia total: 1508.0 W, Rendimiento lumínico: 137.6 lm/W

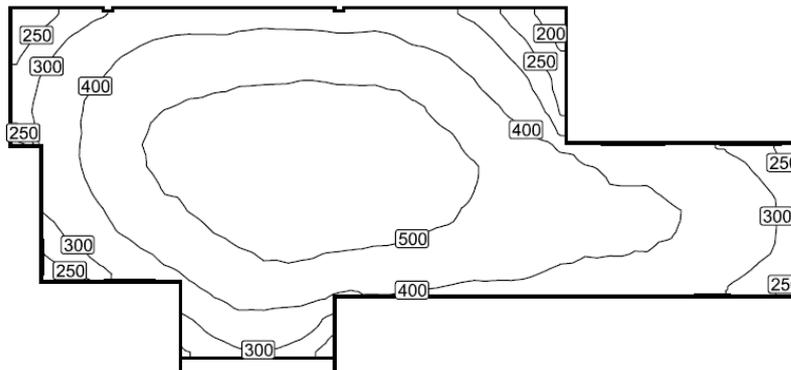
**Plano útil (Taller): Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) (Superficie)**

**Escena de luz: Escena de luz 1**

Media: 417 lx (Nominal: ≥ 300 lx), Min: 168 lx, Max: 560 lx, Mín./medio: 0.40, Mín./máx.: 0.30

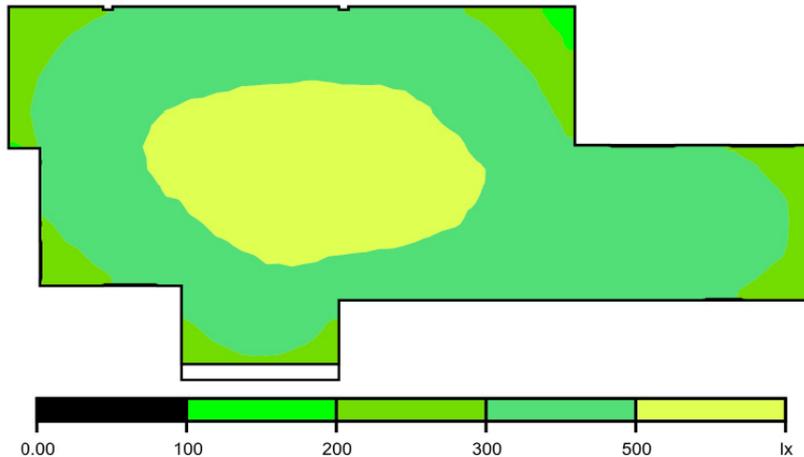
Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m

**Isolíneas [lx]**



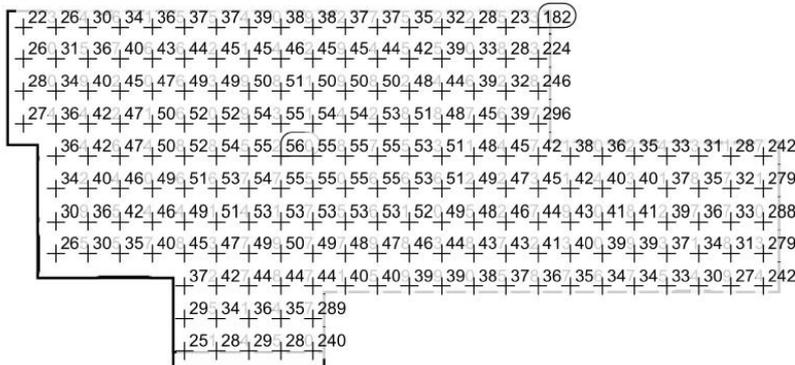
Escala: 1 : 200

Colores falsos [lx]



Escala: 1 : 200

Sistema de valores [lx]



Escala: 1 : 200

Los resultados obtenidos cumplen con:

- El nivel de iluminación medio ( $E_m$ ):

Siendo el obtenido de 417 lux, superior al nivel de iluminación medio requerido en esta zona (300 lux), mostrado en la tabla 1.

- El valor de eficiencia energética:

Siendo el obtenido de 1,70 W/m<sup>2</sup>/100 lux, inferior al límite establecido para esta zona (4´5 W/m<sup>2</sup>/100 lux), mostrado en la tabla 2.

-Se presenta un diagrama de isolíneas donde la luz se distribuye de manera constante o uniforme por toda el área, siendo importante para evitar deslumbramientos.

### 1.3.2 Estudio Iluminación Tienda-Recepción-Sala espera.

En los cálculos para la instalación de iluminación de la tienda, sala de espera y recepción, se ha tenido en cuenta que las luminarias estarán situadas a una altura optima de 3 m y que el plano de trabajo es de 0,80 m. Se ha tomado el mismo nivel de iluminación medio ya que se toman como una única zona por lo cual se ha

tomado el mayor valor de iluminación para realizar todas las funciones que se llevan a cabo en dichas zonas.

Realizando las operaciones necesarias y utilizando los valores necesarios en el software Dialux EVO versión 8.2 se consiguen los siguientes resultados:

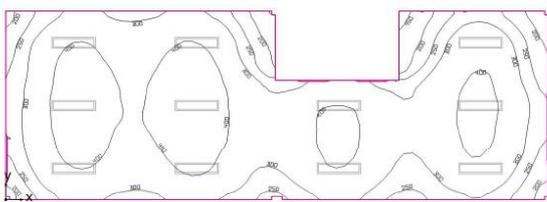
Proyecto\_Taller\_Motocicletas

15/08/2019

**DIALux**

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Tienda - Recepción - Sala de espera / Resumen

**Tienda - Recepción - Sala de espera**



Altura interior del local: 3.000 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

**Plano útil**

| Superficie   | Resultado   | Media (Nominal) | Min | Max | Min./medio | Min./máx. |
|--|---|-----------------|-----|-----|------------|-----------|
| 1 Plano útil (Tienda - Recepción - Sala de espera) | Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) [lx]<br>Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m | 342 (≥ 300)     | 138 | 466 | 0.40       | 0.30      |

| # Luminaria  | Φ(Luminaria) [lm] | Potencia [W] | Rendimiento lumínico [lm/W] |
|--|-------------------|--------------|-----------------------------|
| 11 Philips - CR150B PSU W30L120 IP54 1 xLED35S/840 | 3499              | 40.0         | 87.5                        |
| Suma total de luminarias                           | 38489             | 440.0        | 87.5                        |

Potencia específica de conexión: 6.20 W/m² = 1.82 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 70.95 m²)

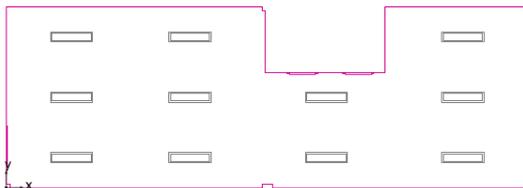
Consumo: 1250 - 1600 kWh/a de un máximo de 2500 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

| Número de unidades | Luminaria (Emisión de luz)   |  |  |
|--------------------|--|--|--|
| 11                 | Philips - CR150B PSU W30L120 IP54 1 xLED35S/840<br>Emisión de luz 1<br>Lámpara: 1xLED35S/840/-<br>Grado de eficacia de funcionamiento: 99.97%<br>Flujo luminoso de lámparas: 3500 lm<br>Flujo luminoso de las luminarias: 3499 lm<br>Potencia: 40.0 W<br>Rendimiento lumínico: 87.5 lm/W<br><br>Indicaciones colorimétricas<br>1xLED35S/840/-: CCT 3000 K, CRI 100 |  |  |

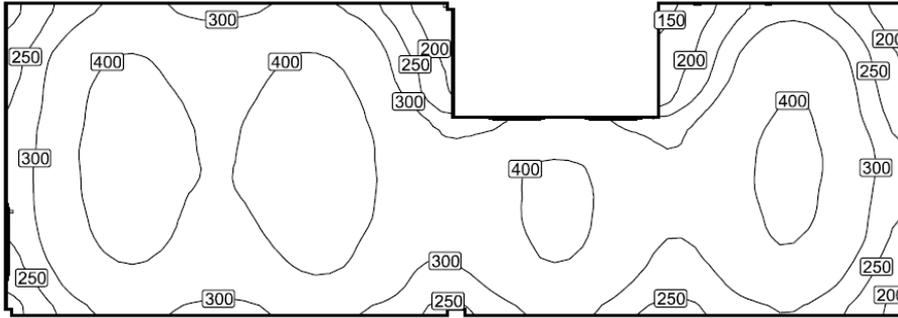
Flujo luminoso total de lámparas: 38500 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 38489 lm, Potencia total: 440.0 W, Rendimiento lumínico: 87.5 lm/W

**Plano útil (Tienda - Recepción - Sala de espera) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)**



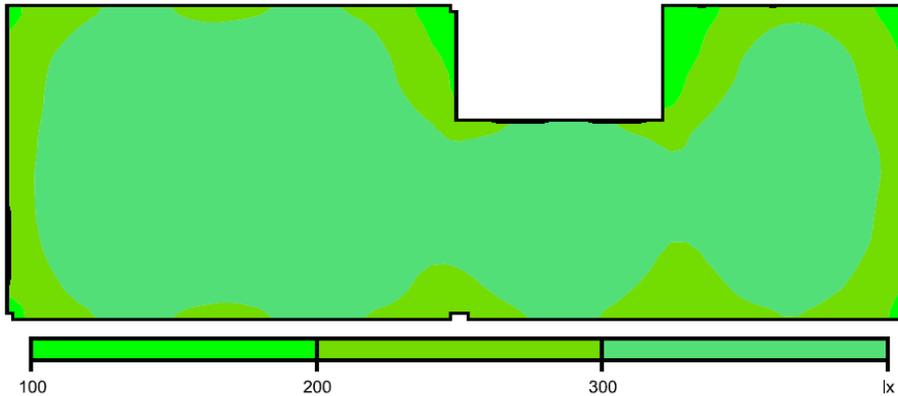
Plano útil (Tienda - Recepción - Sala de espera): Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) (Superficie)  
Escena de luz: Escena de luz 1  
Media: 342 lx (Nominal: ≥ 300 lx), Min: 138 lx, Max: 466 lx, Min./medio: 0.40, Min./máx.: 0.30  
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

Isolíneas [lx]



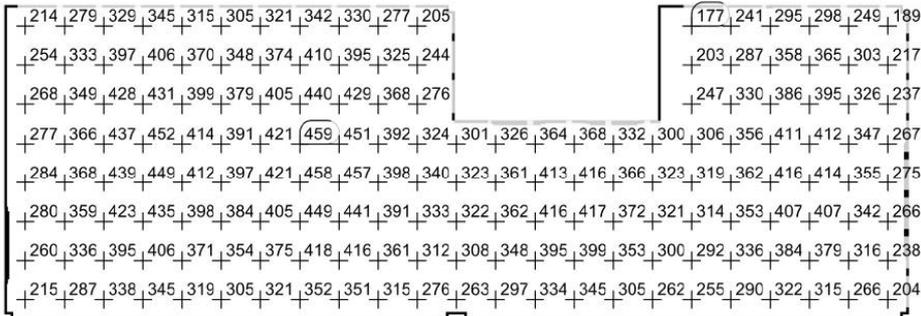
Escala: 1 : 100

Colores falsos [lx]



Escala: 1 : 100

Sistema de valores [lx]



Escala: 1 : 100

Los resultados obtenidos cumplen con:

- El nivel de iluminación medio ( $E_m$ ):

Siendo el obtenido de 342 lux, superior al nivel de iluminación medio requerido en esta zona (300 lux), mostrado en la tabla 1.

- El valor de eficiencia energética:

Siendo el obtenido de 1´82 W/m<sup>2</sup>/100 lux, inferior al límite establecido para esta zona (3´5 W/m<sup>2</sup>/100 lux), mostrado en la tabla 2.

- Se presenta un diagrama de isólinas donde la luz se distribuye de manera constante o uniforme por toda el área, siendo importante para evitar deslumbramientos.

### 1.3.3 Estudio iluminación Oficina.

A la hora de realizar los cálculos para la instalación de iluminación de la oficina, se ha tenido en cuenta que las luminarias estarán situadas a una altura óptima de 3 m y que el plano de trabajo es de 0,80 m

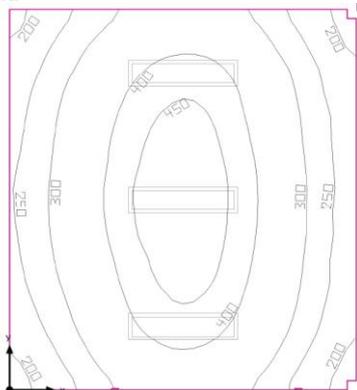
Realizando las operaciones necesarias y utilizando los valores necesarios en el software Dialux EVO versión 8.2 se consiguen los siguientes resultados:

Proyecto\_Taller\_Motocicletas 15/08/2019

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Oficina / Resumen

**DIALux**

#### Oficina



Altura interior del local: 3.000 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

#### Plano útil

| Superficie             | Resultado   | Media (Nominal) | Min | Max | Min./medio | Min./máx. |
|------------------------|---|-----------------|-----|-----|------------|-----------|
| 1 Plano útil (Oficina) | Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) [lx]<br>Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m | 340 (≥ 300)     | 185 | 486 | 0.54       | 0.38      |

| # Luminaria                                       | Φ(Luminaria) [lm] | Potencia [W] | Rendimiento lumínico [lm/W] |
|---|-------------------|--------------|-----------------------------|
| 3 Philips - CR150B PSU W30L120 IP54 1 xLED35S/840 | 3499              | 40.0         | 87.5                        |
| Suma total de luminarias                          | 10497             | 120.0        | 87.5                        |

Potencia específica de conexión: 7.53 W/m² = 2.22 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 15.94 m²)

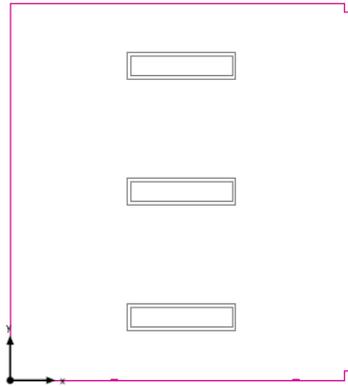
Consumo: 210 - 330 kWh/a de un máximo de 600 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

| Número de unidades | Luminaria (Emisión de luz)   |  |  |
|--------------------|--|--|--|
| 3                  | Philips - CR150B PSU W30L120 IP54 1 xLED35S/840<br>Emisión de luz 1<br>Lámpara: 1xLED35S/840/-<br>Grado de eficacia de funcionamiento: 99.97%<br>Flujo luminoso de lámparas: 3500 lm<br>Flujo luminoso de las luminarias: 3499 lm<br>Potencia: 40.0 W<br>Rendimiento lumínico: 87.5 lm/W<br><br>Indicaciones colorimétricas<br>1xLED35S/840/-: CCT 3000 K, CRI 100 |  |  |

Flujo luminoso total de lámparas: 10500 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 10497 lm, Potencia total: 120.0 W, Rendimiento lumínico: 87.5 lm/W

Plano útil (Oficina) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)

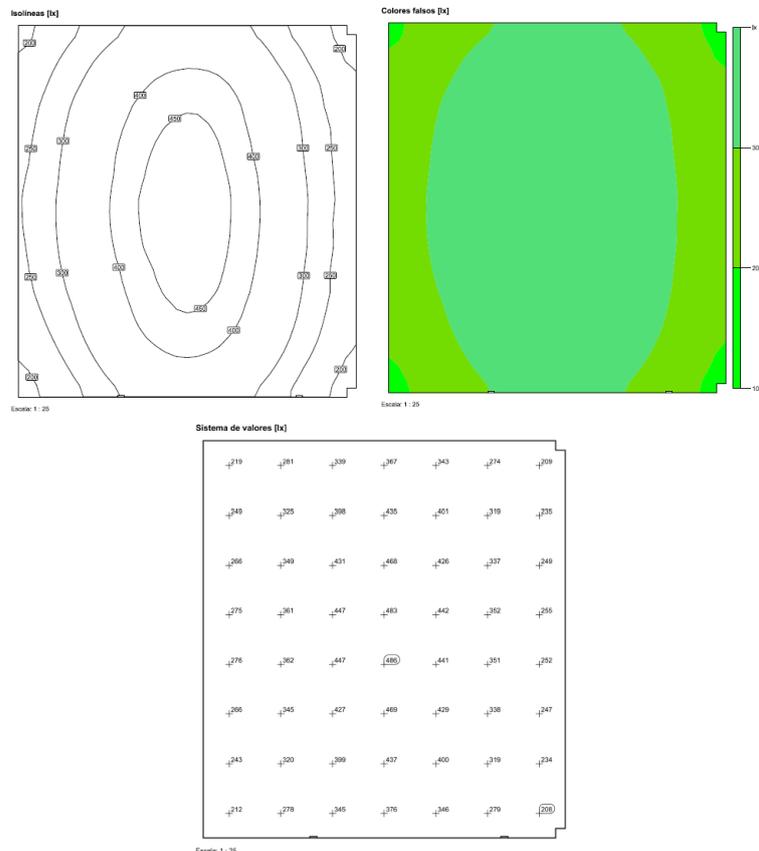


Plano útil (Oficina): Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) (Superficie)

Escena de luz: Escena de luz 1

Media: 340 lx (Nominal:  $\geq 300$  lx), Min: 185 lx, Max: 486 lx, Min./medio: 0.54, Min./máx.: 0.38

Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m



Los resultados obtenidos cumplen con:

- El nivel de iluminación medio ( $E_m$ ):

Siendo el obtenido de 340 lux, superior al nivel de iluminación medio requerido en esta zona (300 lux), mostrado en la tabla 1.

- El valor de eficiencia energética:

Siendo el obtenido de 2'22 W/m<sup>2</sup>/100 lux, inferior al

límite establecido para esta zona (3´5 W/m<sup>2</sup>/100 lux), mostrado en la tabla 2.

- Se presenta un diagrama de isótopas donde la luz se distribuye de manera constante o uniforme por toda el área, siendo importante para evitar deslumbramientos.

### 1.3.4 Estudio Iluminación Almacén 1.

A la hora de realizar los cálculos para la instalación de iluminación del almacén 1, se ha tenido en cuenta que las luminarias estarán situadas a una altura óptima de 6´4 m y que el plano de trabajo es de 0,80 m

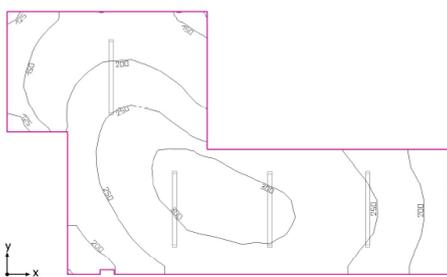
Realizando las operaciones necesarias y utilizando los valores necesarios en el software Dialux EVO versión 8.2 se consiguen los siguientes resultados:

Proyecto\_Taller\_Motocicletas 15/08/2019

**DIALux**

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Almacén 1 / Resumen

#### Almacén 1



Altura interior del local: 8.000 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.60

#### Plano útil

| Superficie               | Resultado   | Media (Nominal) | Min | Max | Min./medio | Min./máx. |
|--------------------------|---|-----------------|-----|-----|------------|-----------|
| 1 Plano útil (Almacén 1) | Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) [lx]<br>Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m | 236 (≥ 200)     | 116 | 322 | 0.49       | 0.36      |

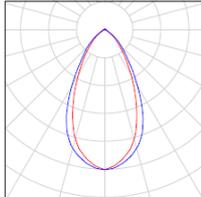
| # Luminaria                               | Φ(Luminaria) [lm] | Potencia [W] | Rendimiento lumínico [lm/W] |
|---|-------------------|--------------|-----------------------------|
| 4 Philips - WT470X L1600 1 xLED80S/840 NB | 7978              | 58.0         | 137.5                       |
| Suma total de luminarias                  | 31912             | 232.0        | 137.6                       |

Potencia específica de conexión: 6.74 W/m<sup>2</sup> = 2.85 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Superficie de planta de la estancia 34.43 m<sup>2</sup>)

Consumo: 38 kWh/a de un máximo de 1250 kWh/a

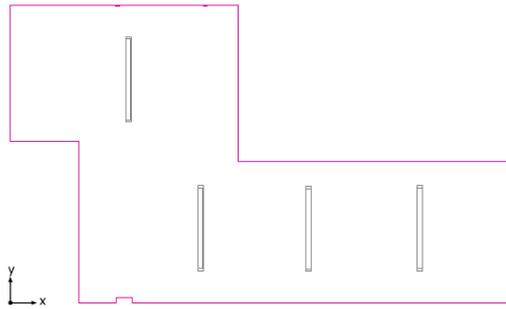
Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

#### Almacén 1

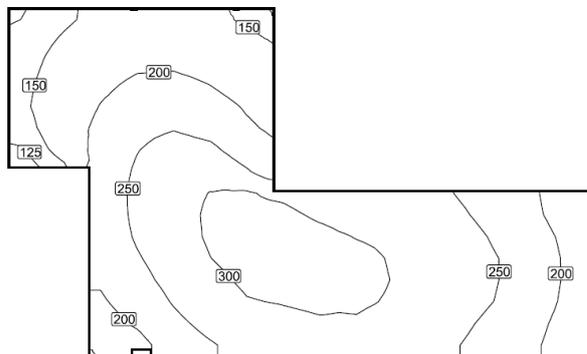
| Número de unidades | Luminaria (Emisión de luz)  |   |  |
|--------------------|---|---|--|
| 4                  | Philips - WT470X L1600 1 xLED80S/840 NB<br>Emisión de luz 1<br>Lámpara: 1xLED80S/840/-<br>Grado de eficacia de funcionamiento: 99.72%<br>Flujo luminoso de lámparas: 8000 lm<br>Flujo luminoso de las luminarias: 7978 lm<br>Potencia: 58.0 W<br>Rendimiento lumínico: 137.5 lm/W<br><br>Indicaciones colorimétricas<br>1xLED80S/840/-: CCT 3000 K, CRI 100 |  |  |

Flujo luminoso total de lámparas: 32000 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 31912 lm, Potencia total: 232.0 W, Rendimiento lumínico: 137.6 lm/W

**Plano útil (Almacén 1) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)**

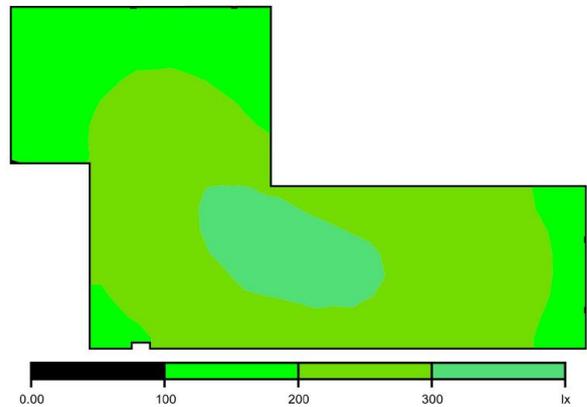


**Plano útil (Almacén 1): Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) (Superficie)**  
**Escena de luz: Escena de luz 1**  
 Media: 236 lx (Nominal:  $\geq 200$  lx), Min: 116 lx, Max: 322 lx, Min./medio: 0.49, Min./máx.: 0.36  
 Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
**Isolíneas [lx]**



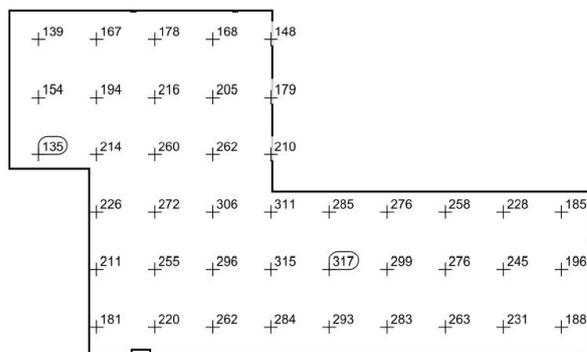
Escala: 1 : 75

**Colores falsos [lx]**



Escala: 1 : 75

**Sistema de valores [lx]**



Escala: 1 : 75

Los resultados obtenidos cumplen con:

- El nivel de iluminación medio ( $E_m$ ):

Siendo el obtenido de 236 lux, superior al nivel de iluminación medio requerido en esta zona (200 lux), mostrado en la tabla 1.

- El valor de eficiencia energética:

Siendo el obtenido de 2'85 W/m<sup>2</sup>/100 lux, inferior al límite establecido para esta zona (5 W/m<sup>2</sup>/100 lux), mostrado en la tabla 2.

### 1.3.5 Estudio Iluminación Almacén 2.

En los cálculos para la instalación de iluminación del almacén 2, se ha tenido en cuenta que las luminarias estarán situadas a una altura óptima de 6'4 m y que el plano de trabajo es de 0,80 m

Realizando las operaciones necesarias y utilizando los valores necesarios en el software Dialux EVO versión 8.2 se consiguen los siguientes resultados:

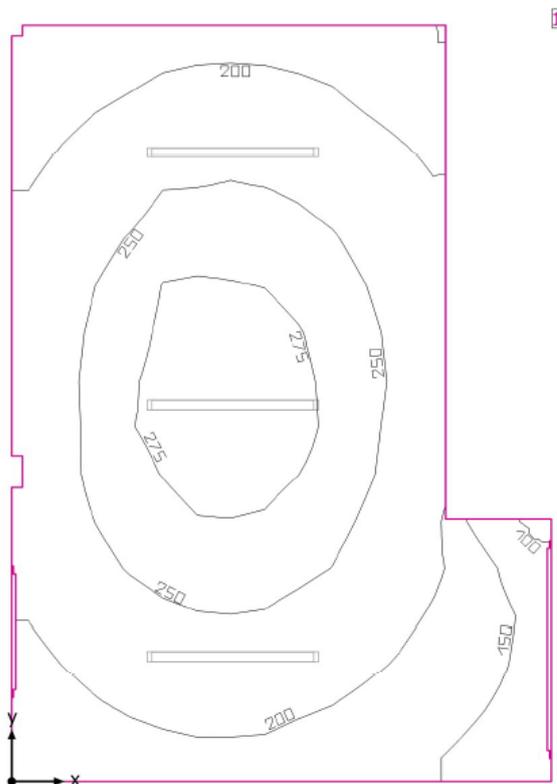
Proyecto\_Taller\_Motocicletas

15/08/2019

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Almacén 2 / Resumen

**DIALux**

#### Almacén 2



Altura interior del local: 8.000 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.60

**Plano útil**

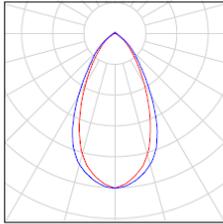
| Superficie               | Resultado   | Media (Nominal) | Min  | Max | Mín./medio | Mín./máx. |
|--------------------------|---|-----------------|------|-----|------------|-----------|
| 1 Plano útil (Almacén 2) | Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) [lx]<br>Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m | 224 (≥ 200)     | 93.3 | 287 | 0.42       | 0.33      |

| # Luminaria                               | Φ(Luminaria) [lm] | Potencia [W] | Rendimiento lumínico [lm/W] |
|---|-------------------|--------------|-----------------------------|
| 3 Philips - WT470X L1600 1 xLED80S/840 NB | 7978              | 58.0         | 137.5                       |
| Suma total de luminarias                  | 23934             | 174.0        | 137.6                       |

Potencia específica de conexión: 5.44 W/m<sup>2</sup> = 2.43 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Superficie de planta de la estancia 31.98 m<sup>2</sup>)

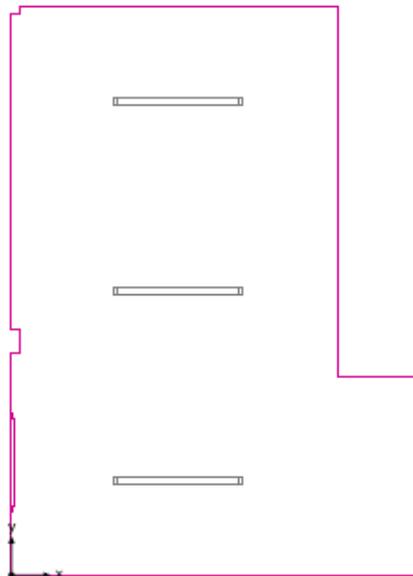
Consumo: 29 kWh/a de un máximo de 1150 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

| Número de unidades | Luminaria (Emisión de luz)  |  |   |
|--------------------|---|--|---|
| 3                  | Philips - WT470X L1600 1 xLED80S/840 NB<br>Emisión de luz 1<br>Lámpara: 1xLED80S/840/-<br>Grado de eficacia de funcionamiento: 99.72%<br>Flujo luminoso de lámparas: 8000 lm<br>Flujo luminoso de las luminarias: 7978 lm<br>Potencia: 58.0 W<br>Rendimiento lumínico: 137.5 lm/W<br><br>Indicaciones colorimétricas<br>1xLED80S/840/-: CCT 3000 K, CRI 100 |  |  |

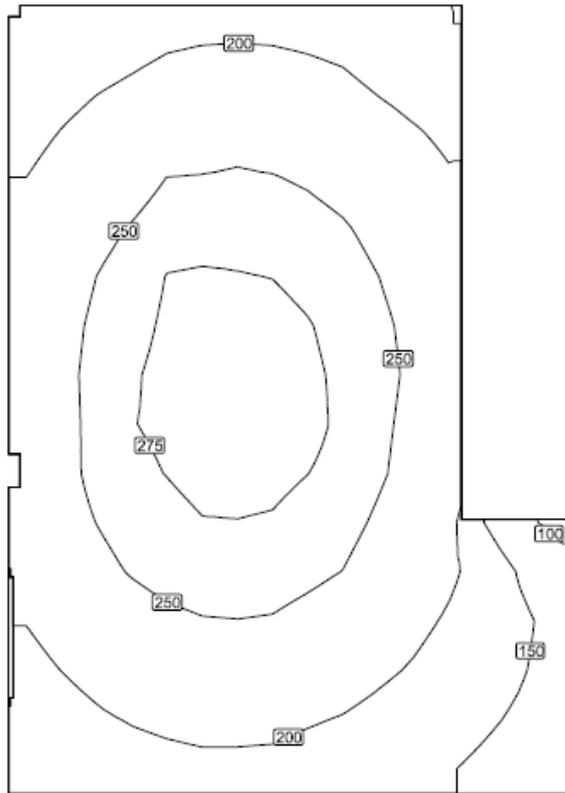
Flujo luminoso total de lámparas: 24000 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 23934 lm, Potencia total: 174.0 W, Rendimiento lumínico: 137.6 lm/W

**Plano útil (Almacén 2) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)**



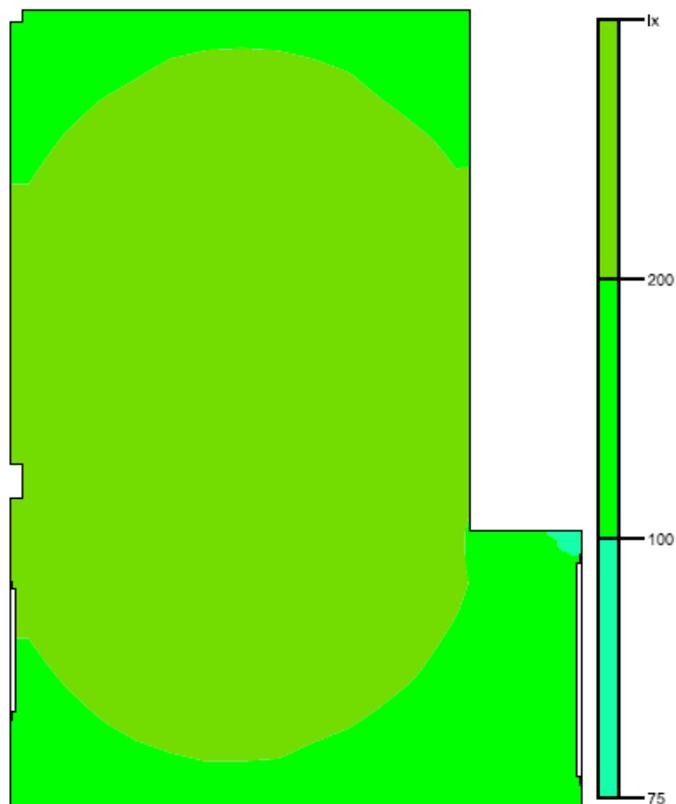
**Plano útil (Almacén 2): iluminancia perpendicular (Adaptativamente) (Superficie)**  
Escena de luz: Escena de luz 1  
Media: 224 lx (Nominal: ≥ 200 lx), Min: 93.3 lx, Max: 287 lx, Mín./medio: 0.42, Mín./máx.: 0.33  
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

Isolíneas [lx]



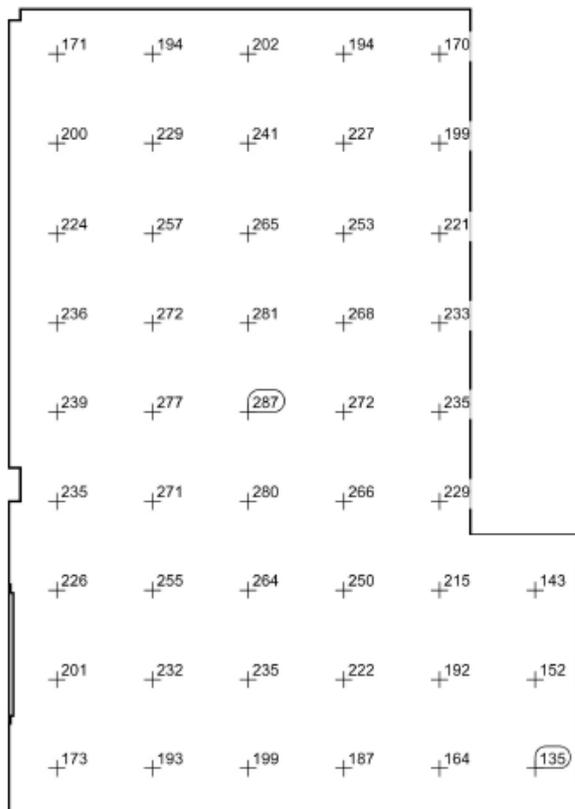
Escala: 1 : 50

Colores falsos [lx]



Escala: 1 : 50

Sistema de valores [lx]



Escala: 1 : 50

Los resultados obtenidos cumplen con:

- El nivel de iluminación medio ( $E_m$ ):

Siendo el obtenido de 224 lux, superior al nivel de iluminación medio requerido en esta zona (200 lux), mostrado en la tabla 1.

- El valor de eficiencia energética:

Siendo el obtenido de 2´43 W/m<sup>2</sup>/100 lux, inferior al límite establecido para esta zona (5 W/m<sup>2</sup>/100 lux), mostrado en la tabla 2.

### 1.3.6 Estudio Iluminación Aseos públicos.

En os cálculos para la instalación de iluminación de los aseos públicos, se ha tenido en cuenta que las luminarias estarán situadas a una altura optima de 3 m y que el plano de trabajo es de 0,80 m. Los aseos son simétricos por lo que los datos obtenidos son idénticos por lo que solo se expondrá uno de ellos en este documento.

Realizando las operaciones necesarias y utilizando los valores necesarios en el software Dialux EVO versión 8.2 se consiguen los siguientes resultados:

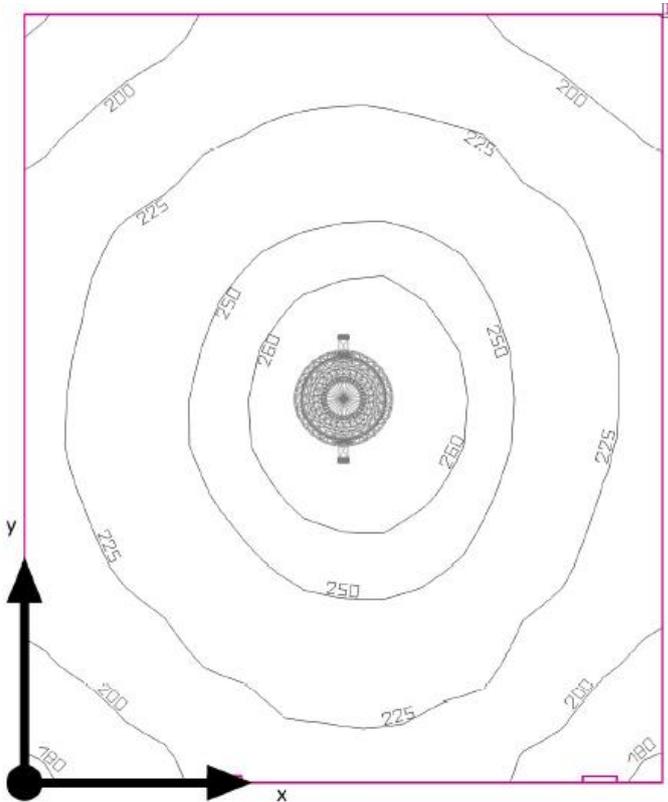
Proyecto\_Taller\_Motocicletas

15/08/2019

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Aseo público 1 / Resumen

**DIALux**

**Aseo público 1**



Altura interior del local: 3.000 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

**Plano útil**

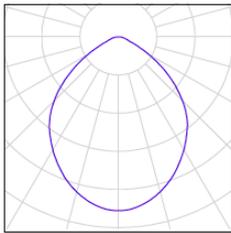
| Superficie                    | Resultado   | Media (Nominal) | Min | Max | Min./medio | Min./máx. |
|-------------------------------|---|-----------------|-----|-----|------------|-----------|
| 1 Plano útil (Aseo público 1) | Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) [lx]<br>Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m | 228 (≥ 200)     | 178 | 269 | 0.78       | 0.66      |

| # Luminaria                          | Φ(Luminaria) [lm] | Potencia [W] | Rendimiento lumínico [lm/W] |
|--------------------------------------|-------------------|--------------|-----------------------------|
| 1 Philips - DN130B D217 1xLED20S/830 | 2187              | 22.0         | 99.4                        |
| Suma total de luminarias             | 2187              | 22.0         | 99.4                        |

Potencia específica de conexión:  $9.24 \text{ W/m}^2 = 4.05 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Superficie de planta de la estancia  $2.38 \text{ m}^2$ )

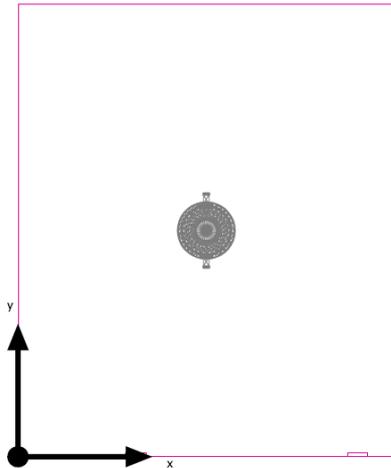
Consumo: 18 kWh/a de un máximo de 100 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

| Número de unidades | Luminaria (Emisión de luz)  |  |   |
|--------------------|---|--|---|
| 1                  | Philips - DN130B D217 1xLED20S/830<br>Emisión de luz 1<br>Lámpara: 1xLED20S/830/-<br>Grado de eficacia de funcionamiento: 91.13%<br>Flujo luminoso de lámparas: 2400 lm<br>Flujo luminoso de las luminarias: 2187 lm<br>Potencia: 22.0 W<br>Rendimiento lumínico: 99.4 lm/W<br><br>Indicaciones colorimétricas<br>1xLED20S/830/-: CCT 3000 K, CRI 100 |  |  |

Flujo luminoso total de lámparas: 2400 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 2187 lm, Potencia total: 22.0 W, Rendimiento lumínico: 99.4 lm/W

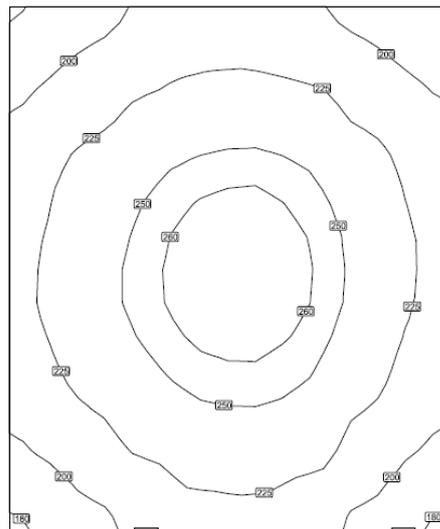
**Plano útil (Aseo público 1) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)**



**Plano útil (Aseo público 1): Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) (Superficie)**  
**Escena de luz: Escena de luz 1**

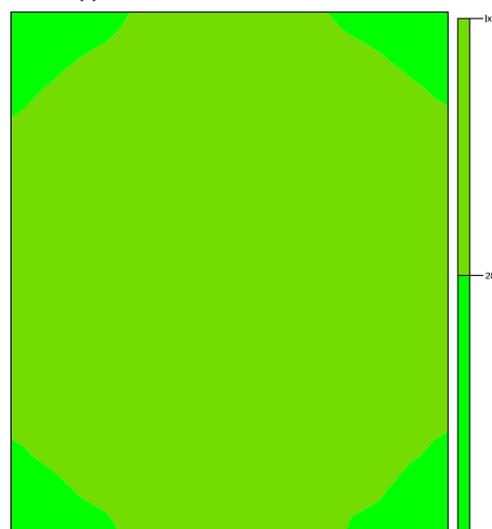
Media: 228 lx (Nominal:  $\geq 200$  lx), Min: 178 lx, Max: 269 lx, Mín./medio: 0.78, Mín./máx.: 0.66  
 Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

Isolíneas [lx]



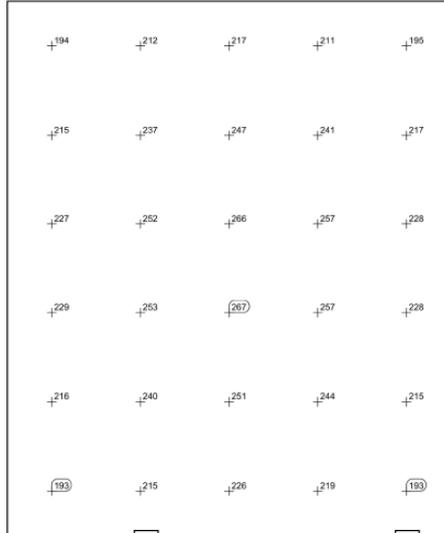
Escala: 1 : 10

Colores falsos [lx]



Escala: 1 : 10

Sistema de valores [lx]



Escala: 1 : 10

Los resultados obtenidos cumplen con:

- El nivel de iluminación medio ( $E_m$ ):

Siendo el obtenido de 228 lux, superior al nivel de iluminación medio requerido en esta zona (200 lux), mostrado en la tabla 1.

- El valor de eficiencia energética:

Siendo el obtenido de 4'05 W/m<sup>2</sup>/100 lux, inferior al límite establecido para esta zona (4'5 W/m<sup>2</sup>/100 lux), mostrado en la tabla 2.

### 1.3.7 Estudio Iluminación Aseos empleados.

En los cálculos para la instalación de iluminación de los aseos de empleados, se ha tenido en cuenta que las luminarias estarán situadas a una altura optima de 3 m y que el plano de trabajo es de 0,80 m. Los aseos son simétricos por lo que los datos obtenidos son idénticos por lo que solo se expondrá uno de ellos en este documento.

Realizando las operaciones necesarias y utilizando los valores necesarios en el software Dialux EVO versión 8.2 se consiguen los siguientes resultados:

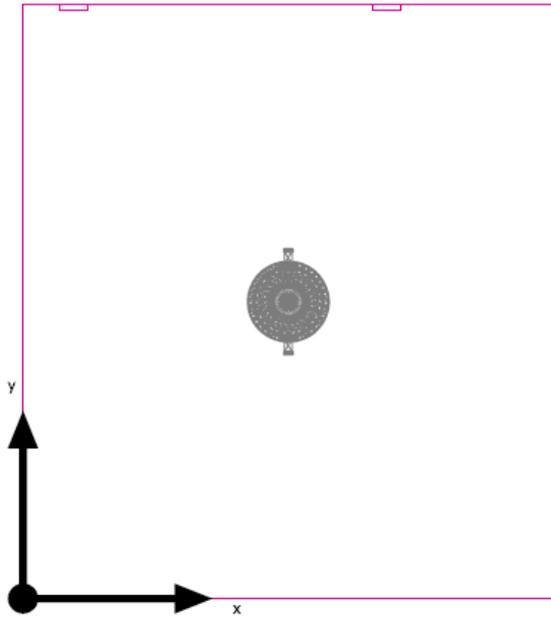
Proyecto\_Taller\_Motocicletas

15/08/2019

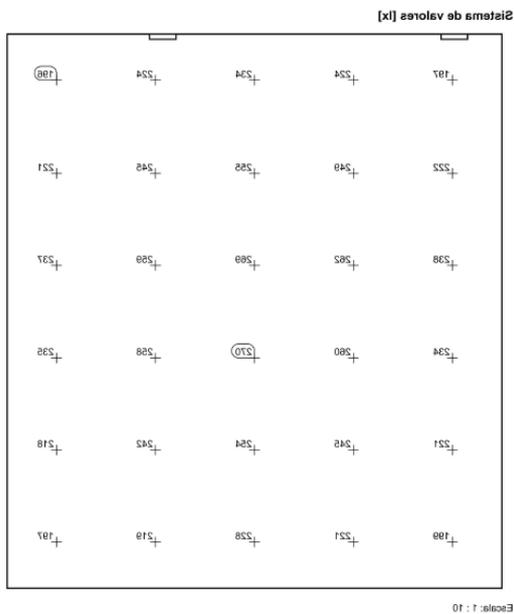
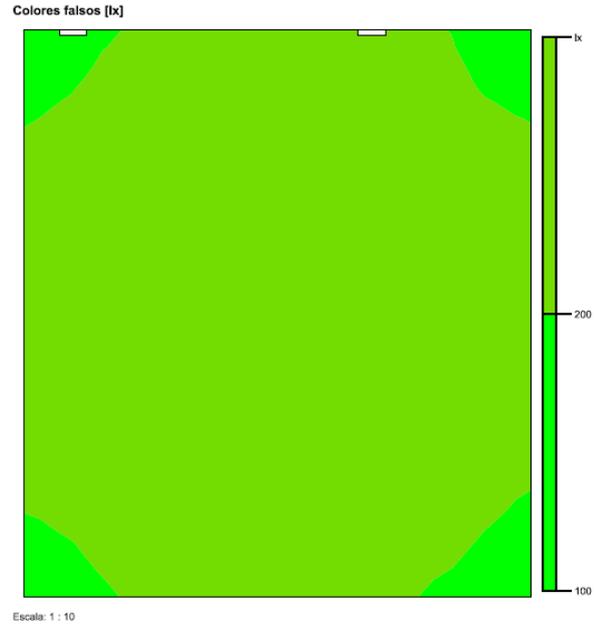
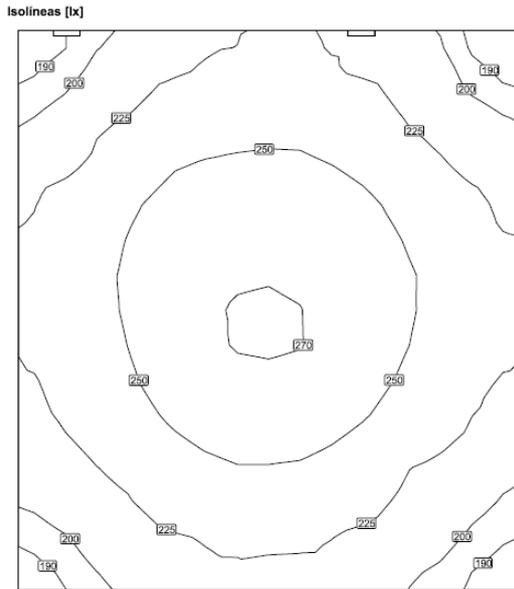
Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Aseo 2 personal / Plano útil (Aseo 2 personal) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)

**DIALux**

**Plano útil (Aseo 2 personal) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)**



**Plano útil (Aseo 2 personal): Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) (Superficie)**  
**Escena de luz: Escena de luz 1**  
Media: 234 lx (Nominal:  $\geq 200$  lx), Min: 182 lx, Max: 271 lx, Mín./medio: 0.78, Mín./máx.: 0.67  
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m



Los resultados obtenidos cumplen con:

- El nivel de iluminación medio ( $E_m$ ):

Siendo el obtenido de 234 lux, superior al nivel de iluminación medio requerido en esta zona (200 lux), mostrado en la tabla 1.

- El valor de eficiencia energética:

Siendo el obtenido de 4´25 W/m<sup>2</sup>/100 lux, inferior al límite establecido para esta zona (4´5 W/m<sup>2</sup>/100 lux), mostrado en la tabla 2.

**1.3.8 Estudio Iluminación Acceso Aseos Personal.**

En los cálculos para la instalación de iluminación del acceso a los aseos del personal, se ha tenido en cuenta que las luminarias estarán situadas a una altura óptima de 3 m y que el plano de trabajo es de 0,80 m.

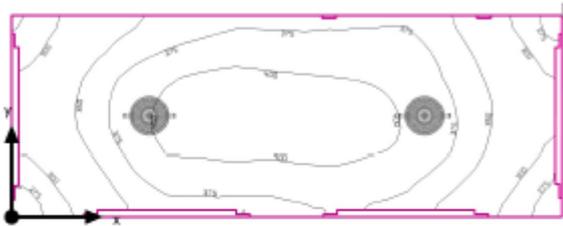
Realizando las operaciones necesarias y utilizando los valores necesarios en el software Dialux EVO versión 8.2 se consiguen los siguientes resultados:

Proyecto\_Taller\_Motocicletas 15/08/2019

Tercero 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Zona acceso aseos personal / Resumen

**DIALux**

**Zona acceso aseos personal**



Altura interior del local: 3.000 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

**Plano útil**

| Superficie                                | Resultado   | Media (Nominal) | Min | Max | Min./medio | Min./máx. |
|---|---|-----------------|-----|-----|------------|-----------|
| 1 Plano útil (Zona acceso aseos personal) | Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) [lx]<br>Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m | 364 (≥ 200)     | 258 | 413 | 0.71       | 0.62      |

| # Luminaria                          | Φ(Luminaria) [lm] | Potencia [W] | Rendimiento lumínico [lm/W] |
|--------------------------------------|-------------------|--------------|-----------------------------|
| 2 Philips - DN130B D217 1xLED20S/830 | 2187              | 22.0         | 99.4                        |
| Suma total de luminarias             | 4374              | 44.0         | 99.4                        |

Potencia específica de conexión: 13.32 W/m² = 3.66 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 3.30 m²)

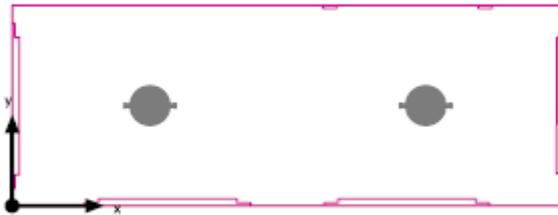
Consumo: 36 kWh/a de un máximo de 150 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

| Número de unidades | Luminaria (Emisión de luz)  |  |  |
|--------------------|---|--|--|
| 2                  | Philips - DN130B D217 1xLED20S/830<br>Emisión de luz 1<br>Lámpara: 1xLED20S/830/-<br>Grado de eficacia de funcionamiento: 91.13%<br>Flujo luminoso de lámparas: 2400 lm<br>Flujo luminoso de las luminarias: 2187 lm<br>Potencia: 22.0 W<br>Rendimiento lumínico: 99.4 lm/W<br><br>Indicaciones colorimétricas<br>1xLED20S/830/-: CCT 3000 K, CRI 100 |  |  |

Flujo luminoso total de lámparas: 4800 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 4374 lm, Potencia total: 44.0 W, Rendimiento lumínico: 99.4 lm/W

**Plano útil (Zona acceso aseos personal) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)**



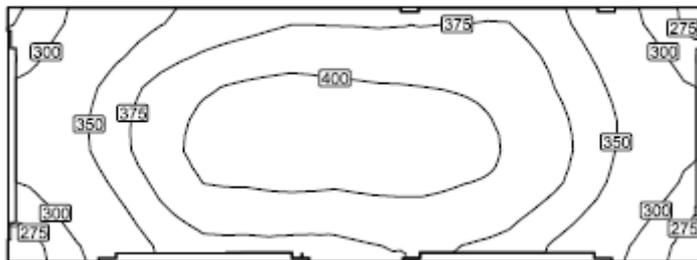
Plano útil (Zona acceso aseos personal): Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) (Superficie)

Escena de luz: Escena de luz 1

Media: 364 lx (Nominal:  $\geq 200$  lx), Min: 258 lx, Max: 413 lx, Min./medio: 0.71, Min./máx.: 0.62

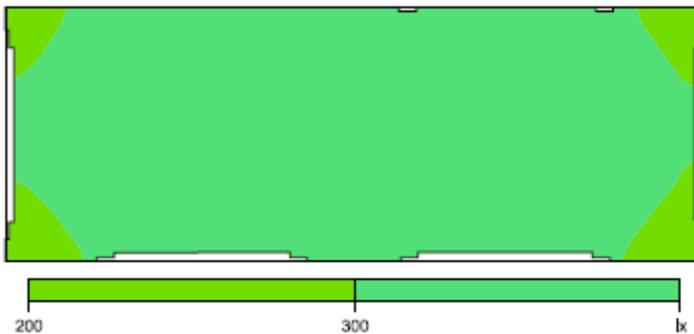
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

**Isolíneas [lx]**



Escala: 1 : 25

**Colores falsos [lx]**



Escala: 1 : 25

**Sistema de valores [lx]**



Escala: 1 : 25

Los resultados obtenidos cumplen con:

- El nivel de iluminación medio ( $E_m$ ):

Siendo el obtenido de 364 lux, superior al nivel de iluminación medio requerido en esta zona (200 lux), mostrado en la tabla 1.

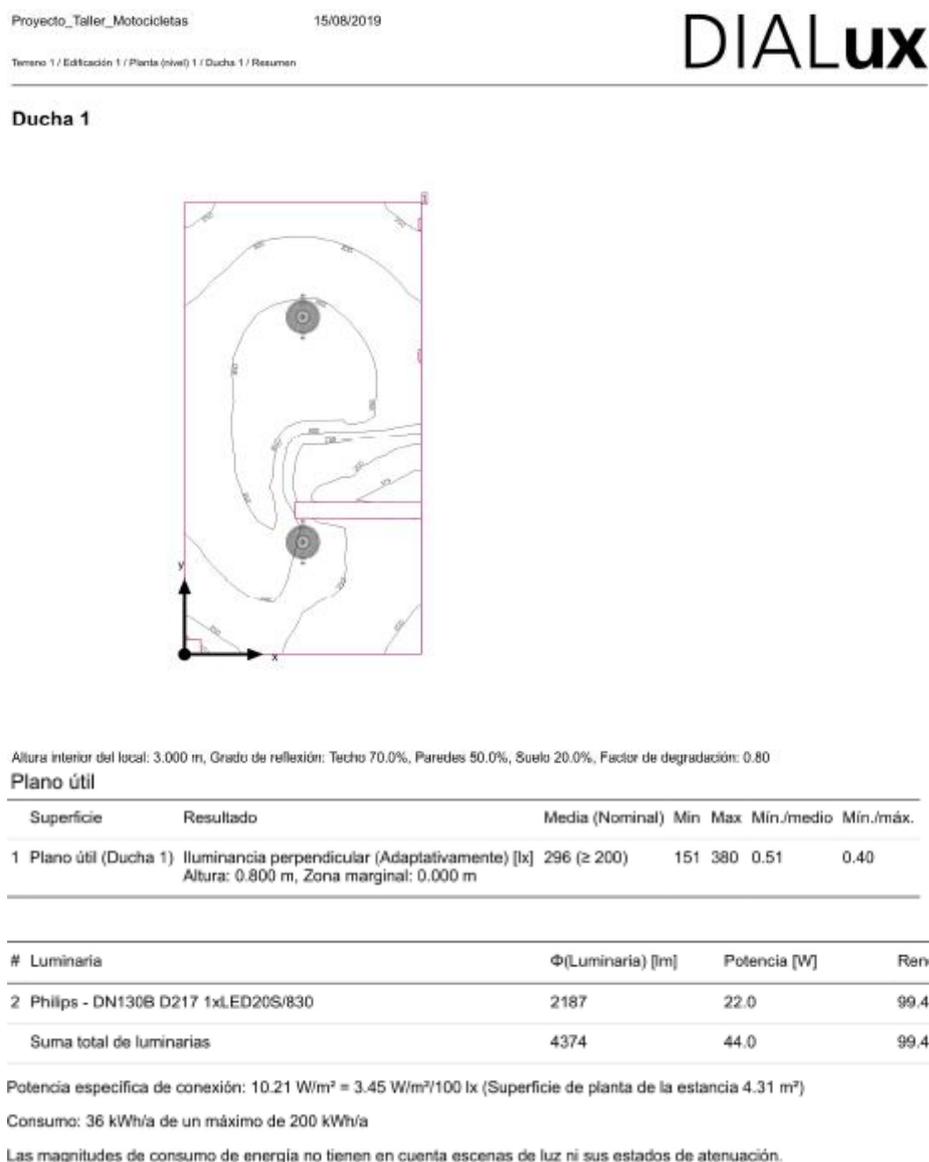
- El valor de eficiencia energética:

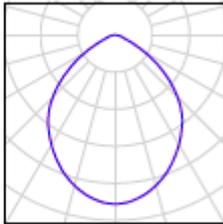
Siendo el obtenido de 3´66 W/m<sup>2</sup>/100 lux, inferior al límite establecido para esta zona (4´5 W/m<sup>2</sup>/100 lux), mostrado en la tabla 2.

### 1.3.9 Estudio Iluminación Duchas.

En los cálculos para la instalación de iluminación de las duchas, se ha tenido en cuenta que las luminarias estarán situadas a una altura óptima de 6´4 m y que el plano de trabajo es de 0,80 m. Las duchas son simétricas por lo que los datos obtenidos son idénticos por lo que solo se expondrá uno de ellos en este documento.

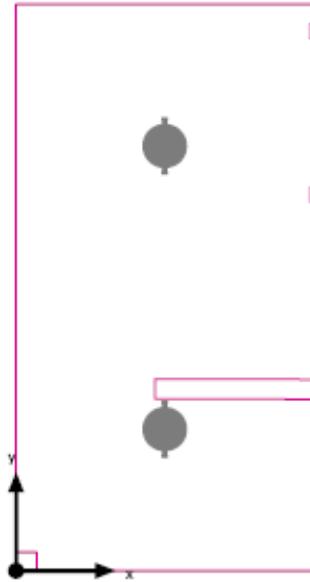
Realizando las operaciones necesarias y utilizando los valores necesarios en el software Dialux EVO versión 8.2 se consiguen los siguientes resultados:



| Número de unidades | Luminaria (Emisión de luz)  |  |   |
|--------------------|---|--|---|
| 2                  | <p>Philips - DN130B D217 1xLED20S/830</p> <p>Emisión de luz 1</p> <p>Lámpara: 1xLED20S/830-</p> <p>Grado de eficacia de funcionamiento: 91.13%</p> <p>Flujo luminoso de lámparas: 2400 lm</p> <p>Flujo luminoso de las luminarias: 2187 lm</p> <p>Potencia: 22.0 W</p> <p>Rendimiento lumínico: 99.4 lm/W</p> <p>Indicaciones colorimétricas</p> <p>1xLED20S/830/-: CCT 3000 K, CRI 100</p> |  |  |

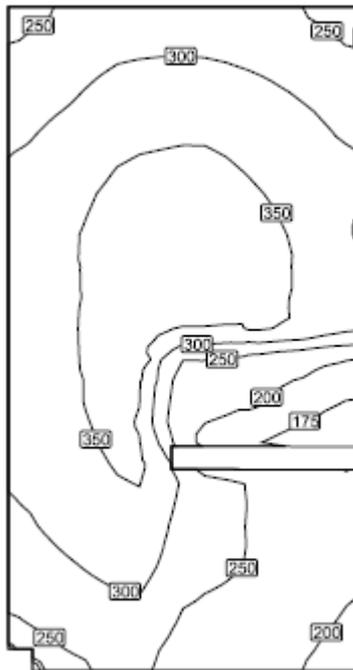
Flujo luminoso total de lámparas: 4800 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 4374 lm, Potencia total: 44.0 W, Rendimiento lumínico: 99.4 lm/W

**Plano útil (Ducha 1) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)**



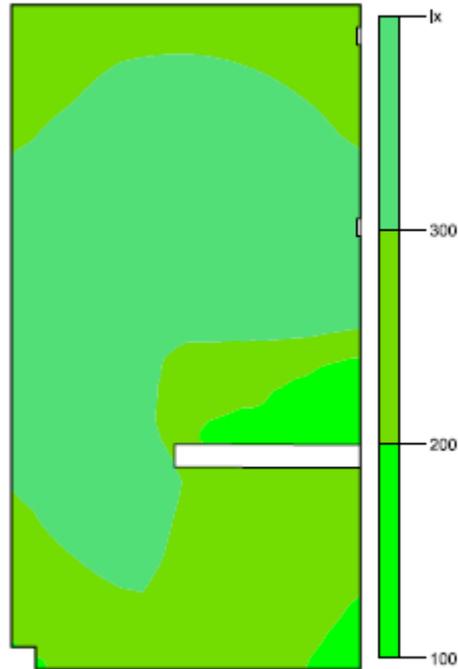
**Plano útil (Ducha 1): Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) (Superficie)**  
**Escena de luz: Escena de luz 1**  
 Media: 296 lx (Nominal:  $\geq 200$  lx), Min: 151 lx, Max: 380 lx, Min./medio: 0.51, Min./máx.: 0.40  
 Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

Isolíneas [lx]



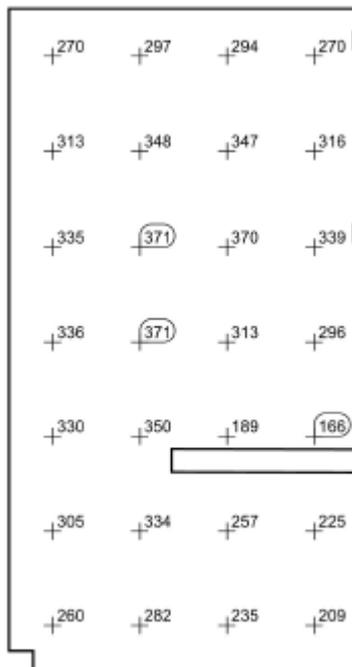
Escala: 1 : 25

Colores falsos [lx]



Escala: 1 : 25

Sistema de valores [lx]



Escala: 1 : 25

Los resultados obtenidos cumplen con:

- El nivel de iluminación medio ( $E_m$ ):

Siendo el obtenido de 296 lux, superior al nivel de iluminación medio requerido en esta zona (200 lux), mostrado en la tabla 1.

- El valor de eficiencia energética:

Siendo el obtenido de 3´45 W/m<sup>2</sup>/100 lux, inferior al límite establecido para esta zona (4´5 W/m<sup>2</sup>/100 lux), mostrado en la tabla 2.

### 1.3.10 Estudio Iluminación Sala común.

En los cálculos para la instalación de iluminación de los aseos públicos, se ha tenido en cuenta que las luminarias estarán situadas a una altura óptima de 6´4 m y que el plano de trabajo es de 0,80 m.

Realizando las operaciones necesarias y utilizando los valores necesarios en el software Dialux EVO versión 8.2 se consiguen los siguientes resultados:

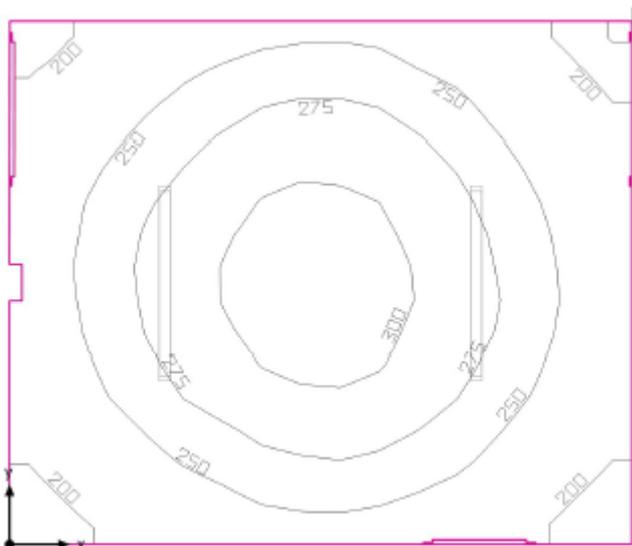
Proyecto\_Taller\_Motocicletas

15/08/2019

**DIALux**

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Sala Común / Resumen

#### Sala Común



Altura interior del local: 8.000 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

#### Plano útil

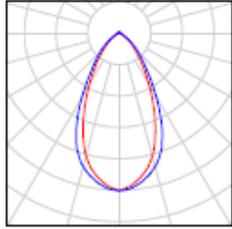
| Superficie                | Resultado   | Media (Nominal) | Min | Max | Min./medio | Min./máx. |
|---------------------------|---|-----------------|-----|-----|------------|-----------|
| 1 Plano útil (Sala Común) | Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) [lx]<br>Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m | 255 (≥ 200)     | 173 | 312 | 0.68       | 0.55      |

| # Luminaria                                | Φ(Luminaria) [lm] | Potencia [W] | Rendimiento lumínico [lm/W] |
|--|-------------------|--------------|-----------------------------|
| 2 Phillips - WT470X L1600 I xLED80S/840 NB | 7976              | 58.0         | 137.5                       |
| Suma total de luminarias                   | 15956             | 116.0        | 137.6                       |

Potencia específica de conexión: 5.27 W/m<sup>2</sup> = 2.07 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Superficie de planta de la estancia 22.01 m<sup>2</sup>)

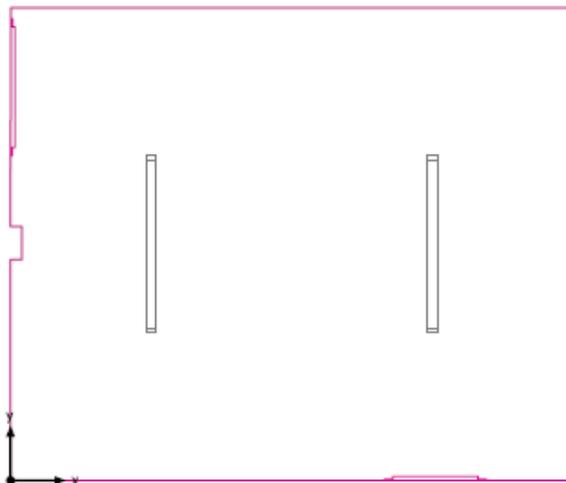
Consumo: 450 kWh/a de un máximo de 800 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

| Número de unidades | Luminaria (Emisión de luz)   |  |   |
|--------------------|--|--|---|
| 2                  | <p>Philips - WT470X L1600 1 xLED80S/840 NB</p> <p>Emisión de luz 1</p> <p>Lámpara: 1xLED80S/840/-</p> <p>Grado de eficacia de funcionamiento: 99.72%</p> <p>Flujo luminoso de lámparas: 8000 lm</p> <p>Flujo luminoso de las luminarias: 7976 lm</p> <p>Potencia: 58.0 W</p> <p>Rendimiento lumínico: 137.5 lm/W</p> <p>Indicaciones colorimétricas</p> <p>1xLED80S/840/-: CCT 3000 K, CRI 100</p> |  |  |

Flujo luminoso total de lámparas: 16000 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 15956 lm, Potencia total: 116.0 W, Rendimiento lumínico: 137.6 lm/W

**Plano útil (Sala Común) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)**



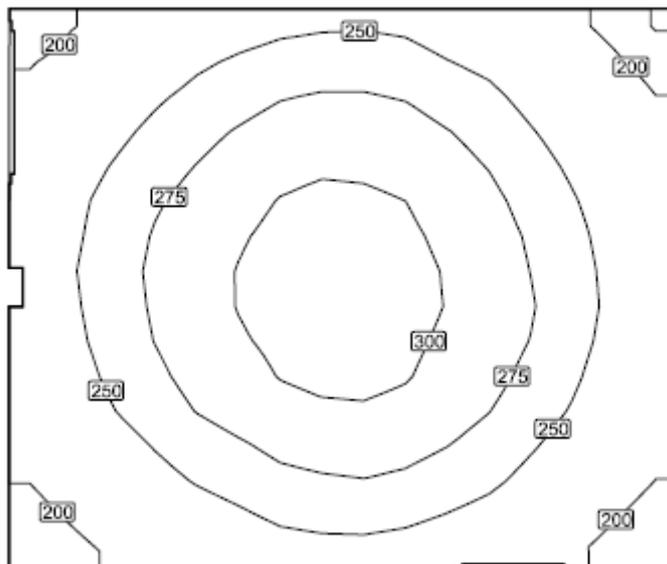
**Plano útil (Sala Común): Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) (Superficie)**

**Escena de luz: Escena de luz 1**

Media: 255 lx (Nominal:  $\geq 200$  lx), Min: 173 lx, Max: 312 lx, Min./medio: 0.68, Min./máx.: 0.55

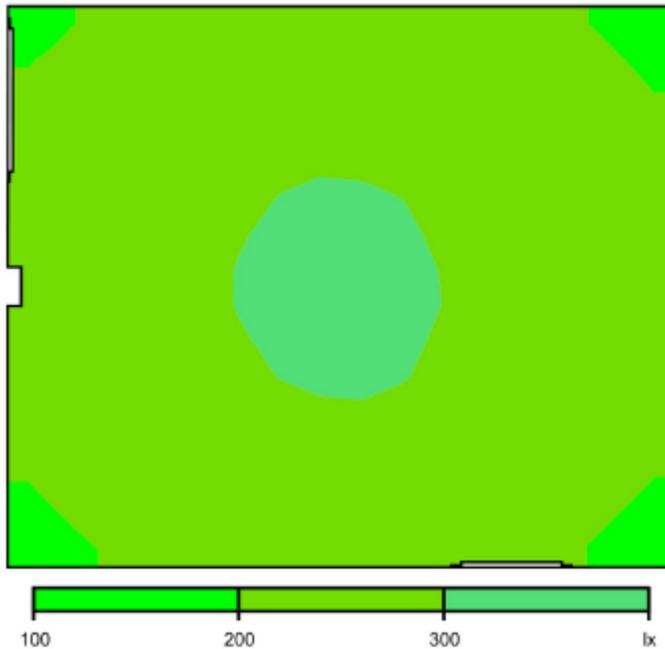
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

**Isolíneas [lx]**



Escala: 1 : 50

Colores falsos [lx]



Escala: 1 : 50

Sistema de valores [lx]

|      |      |      |       |       |      |      |       |
|------|------|------|-------|-------|------|------|-------|
| +199 | +222 | +244 | +256  | +257  | +242 | +219 | +192  |
| +222 | +249 | +271 | +286  | +286  | +271 | +244 | +215  |
| +236 | +266 | +289 | +304  | +303  | +287 | +261 | +230  |
| +237 | +271 | +296 | (310) | (310) | +294 | +268 | +235  |
| +232 | +264 | +289 | +304  | +304  | +288 | +263 | +229  |
| +216 | +244 | +266 | +282  | +284  | +270 | +245 | +214  |
| +193 | +217 | +237 | +250  | +251  | +240 | +217 | (191) |

Escala: 1 : 50

Los resultados obtenidos cumplen con:

- El nivel de iluminación medio ( $E_m$ ):

Siendo el obtenido de 255 lux, superior al nivel de iluminación medio requerido en esta zona (200 lux), mostrado en la tabla 1.

- El valor de eficiencia energética:

Siendo el obtenido de 2'07 W/m<sup>2</sup>/100 lux, inferior al

límite establecido para esta zona (3´5 W/m<sup>2</sup>/100 lux), mostrado en la tabla 2.

### 1.3.11 Estudio Iluminación Sala máquinas.

En los cálculos para la instalación de iluminación de la sala máquinas, se ha tenido en cuenta que las luminarias estarán situadas a una altura óptima de 6´4 m y que el plano de trabajo es de 0,80 m.

Realizando las operaciones necesarias y utilizando los valores necesarios en el software Dialux EVO versión 8.2 se consiguen los siguientes resultados:

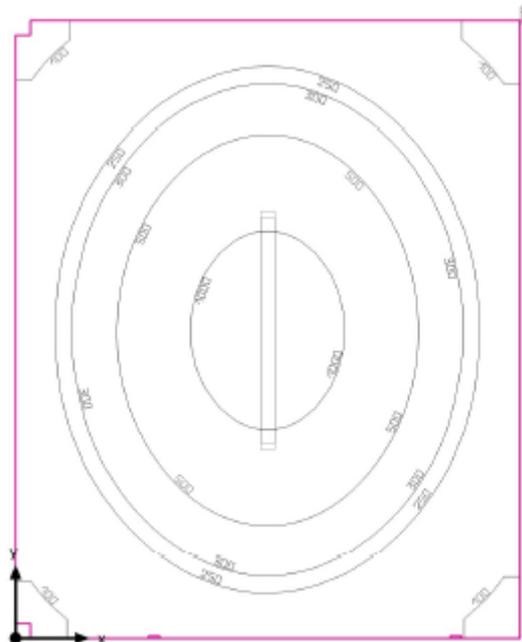
Proyecto\_Taller\_Motocicletas

15/08/2019

**DIALux**

Tereno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Sala Máquina / Resumen

#### Sala Máquina



Altura interior del local: 3.000 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

#### Plano útil

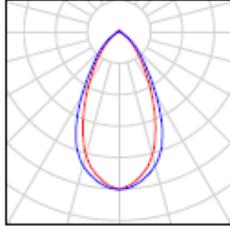
| Superficie                  | Resultado   | Media (Nominal) | Min  | Max  | Min./medio | Min./máx. |
|-----------------------------|---|-----------------|------|------|------------|-----------|
| 1 Plano útil (Sala Máquina) | Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) [lx]<br>Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m | 412 (≥ 200)     | 83.2 | 1282 | 0.20       | 0.065     |

| # Luminaria                               | Φ(Luminaria) [lm] | Potencia [W] | Rendimiento lumínico [lm/W] |
|---|-------------------|--------------|-----------------------------|
| 1 Philips - WT470X L1600 1 xLED80S/840 NB | 7978              | 58.0         | 137.5                       |
| Suma total de luminarias                  | 7978              | 58.0         | 137.6                       |

Potencia específica de conexión: 4.07 W/m<sup>2</sup> = 0.99 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Superficie de planta de la estancia 14.26 m<sup>2</sup>)

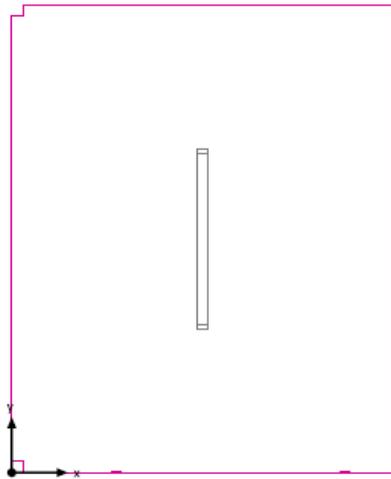
Consumo: 10 kWh/a de un máximo de 550 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

| Número de unidades | Luminaria (Emisión de luz)   |  |   |
|--------------------|--|--|---|
| 1                  | <p>Philips - WT470X L1600 1 xLED80S/840 NB<br/>                     Emisión de luz 1<br/>                     Lámpara: 1xLED80S/840/-<br/>                     Grado de eficacia de funcionamiento: 99.72%<br/>                     Flujo luminoso de lámparas: 8000 lm<br/>                     Flujo luminoso de las luminarias: 7978 lm<br/>                     Potencia: 58.0 W<br/>                     Rendimiento lumínico: 137.5 lm/W</p> <p>Indicaciones colorimétricas<br/>                     1xLED80S/840/-: CCT 3000 K, CRI 100</p> |  |  |

Flujo luminoso total de lámparas: 8000 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 7978 lm, Potencia total: 58.0 W, Rendimiento lumínico: 137.6 lm/W

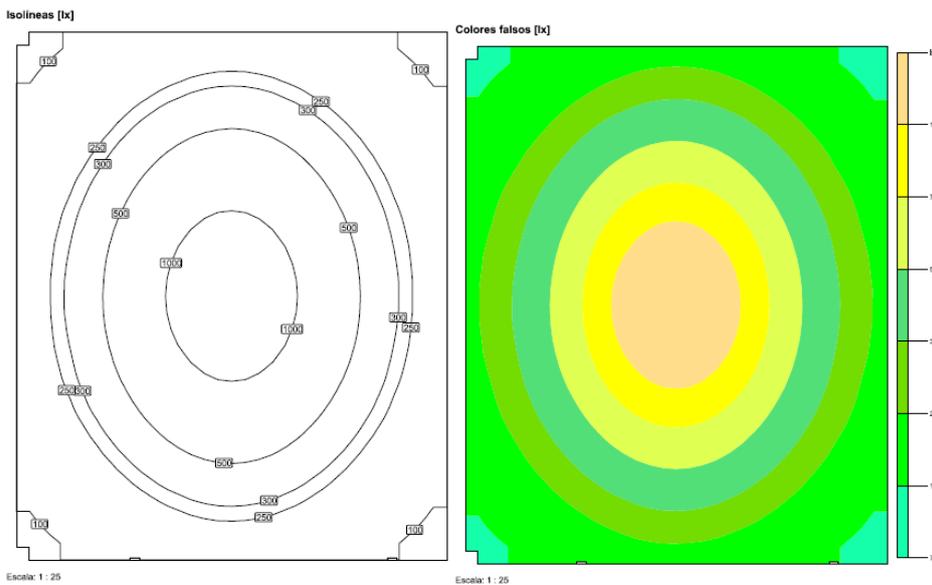
**Plano útil (Sala Máquina) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)**



**Plano útil (Sala Máquina): Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) (Superficie)**

**Escena de luz: Escena de luz 1**

Media: 412 lx (Nominal:  $\geq 200$  lx), Min: 83.2 lx, Max: 1282 lx, Min./medio: 0.20, Min./máx.: 0.065  
 Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m



Sistema de valores [lx]

|      |      |       |       |      |       |
|------|------|-------|-------|------|-------|
| +104 | +155 | +218  | +218  | +155 | (103) |
| +151 | +284 | +475  | +475  | +284 | +149  |
| +210 | +473 | +846  | +844  | +471 | +208  |
| +251 | +628 | (115) | +1150 | +626 | +249  |
| +251 | +630 | +1150 | +1149 | +627 | +249  |
| +209 | +475 | +846  | +846  | +472 | +207  |
| +152 | +288 | +476  | +476  | +283 | +150  |
| +106 | +157 | +220  | +219  | +156 | +104  |

Escala: 1 : 25

Los resultados obtenidos cumplen con:

- El nivel de iluminación medio ( $E_m$ ):

Siendo el obtenido de 412 lux, superior al nivel de iluminación medio requerido en esta zona (200 lux), mostrado en la tabla 1.

- El valor de eficiencia energética:

Siendo el obtenido de 0´99 W/m<sup>2</sup>/100 lux, inferior al límite establecido para esta zona (5 W/m<sup>2</sup>/100 lux), mostrado en la tabla 2.

#### 1.4 Alumbrado de emergencia

Para la correcta instalación del alumbrado de emergencia los aspectos principales son los que marca el reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

El estudio y calculo del alumbrado se ha realizado con el programa de calculo de instalaciones de alumbrado de emergencia Daisa, donde se han tenido en cuenta los siguientes aspectos del reglamento:

- Iluminación mínima de 1 lux, a nivel de suelo en los recorridos de evacuación.
- Iluminación mínima de 5 lux en los puntos donde estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios donde se exige un uso manual como en los cuadros de distribución del alumbrado.
- Se deberá obtener una uniformidad de iluminación en los distintos puntos de cada zona, donde el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.
- Los niveles de iluminación establecidos se deberán de obtener considerando nulo el factor de reflexión de paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que comprenda la reducción del rendimiento luminoso debido al desgaste de las lámparas y a la suciedad de las luminarias

Se adjunta informe completo del programa Daisa.

Se ha tener en cuenta que el estudio de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales no ha sido estudio de este documento. Se ha realizado los cálculos para poder calcular correctamente las instalaciones eléctricas.

Proyecto : Sin Nombre

Proyecto de iluminación de  
emergencia

Proyecto:  
Sin Nombre

Proyecto : Sin Nombre

## 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:**Catálogo España - 2019-03-31

## 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.

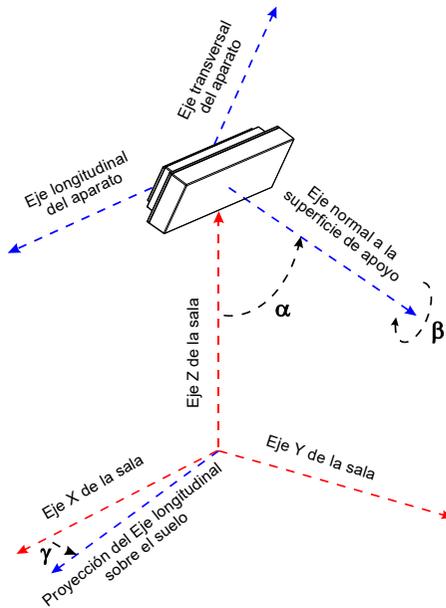
**Cálculos realizados según norma \*:** CTE

**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 : Sin Nombre

Plano : Plano Taller de Mecánica de Motocicletas

## Plano Taller de Mecánica de Motocicletas

|   |          |
|---|----------|
| <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

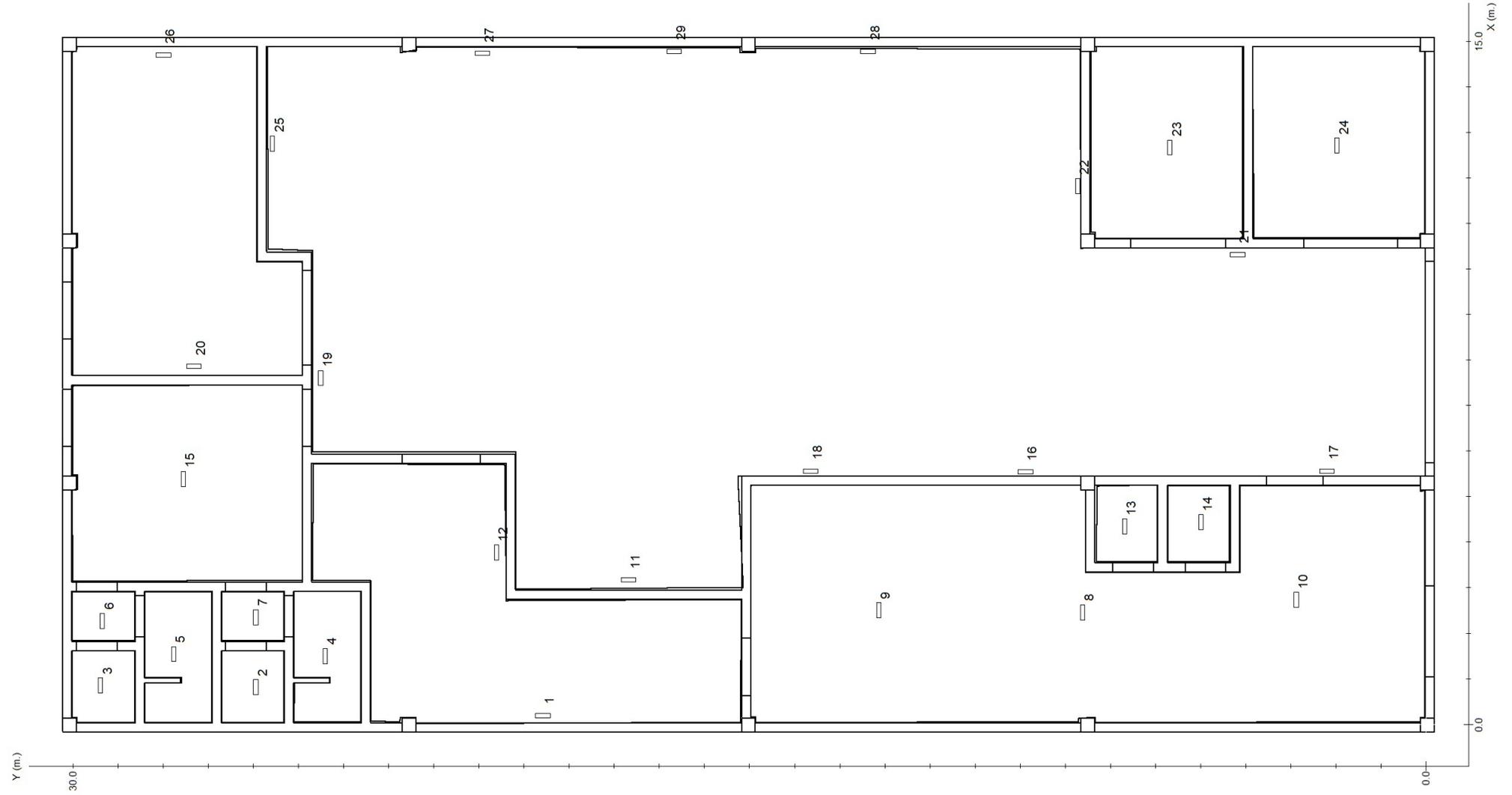
Resolución del cálculo: 0.20 m.

Proyecto : Sin Nombre

Plano : Plano Taller de Mecánica de Motocicletas

# Plano de situación de luminarias

# 1



Proyecto : Sin Nombre

Plano : Plano Taller de Mecánica de Motocicletas

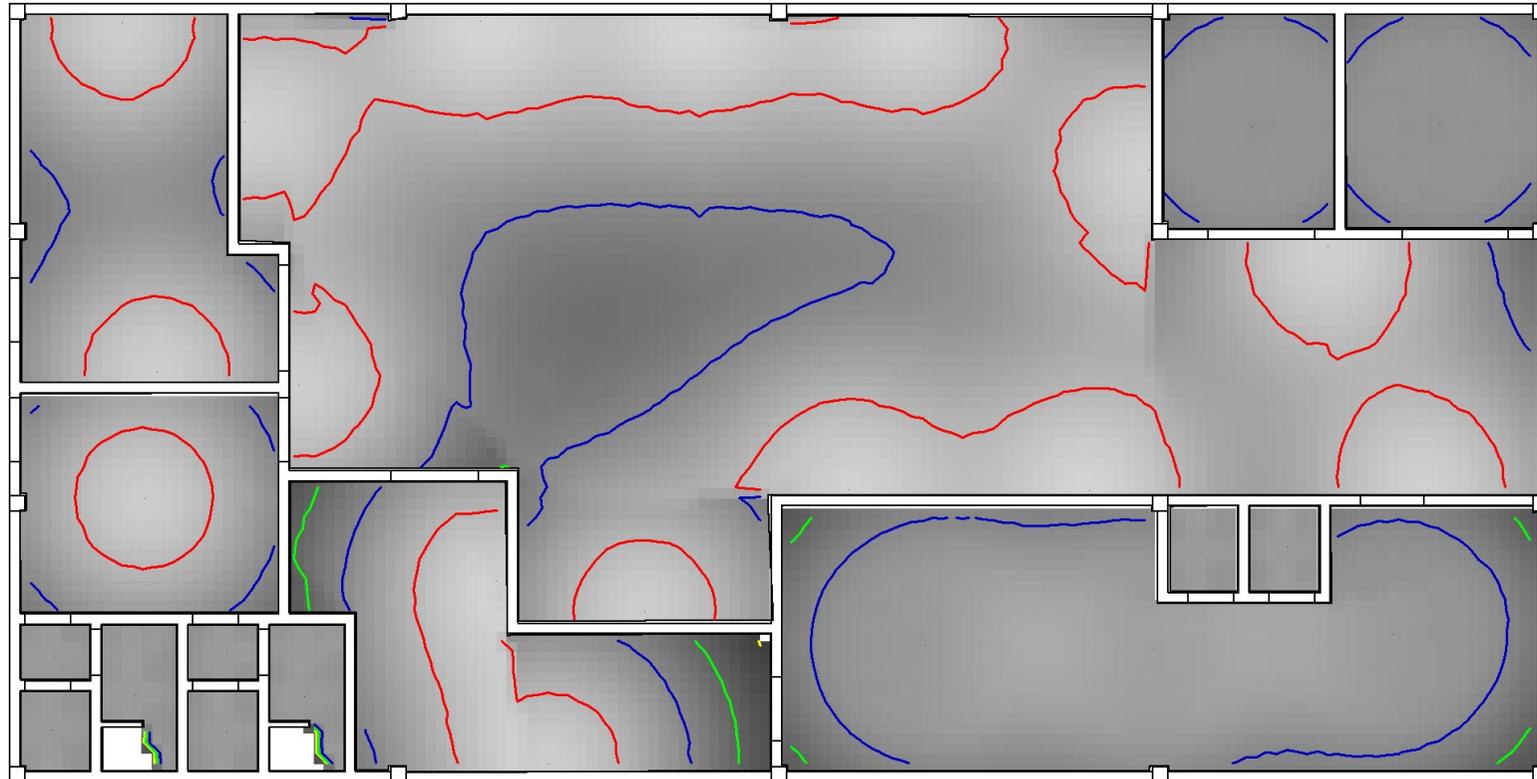
| Nº | Referencia     | Coordenadas |       |      |          |          |         |
|----|----------------|-------------|-------|------|----------|----------|---------|
|    |                | m.          |       |      | °        |          |         |
|    |                | x           | y     | h    | $\gamma$ | $\alpha$ | $\beta$ |
| 1  | IRIS LD 2N6    | 0.19        | 19.59 | 3.00 | -90      | 0        | 0       |
| 2  | IZAR N30 (EVC) | 0.81        | 25.94 | 3.00 | 0        | 0        | 0       |
| 3  | IZAR N30 (EVC) | 0.85        | 29.38 | 3.00 | 0        | 0        | 0       |
| 4  | IZAR N30 (EVC) | 1.50        | 24.41 | 3.00 | 0        | 0        | 0       |
| 5  | IZAR N30 (EVC) | 1.54        | 27.77 | 3.00 | 0        | 0        | 0       |
| 6  | IZAR N30 (EVC) | 2.27        | 29.34 | 3.00 | 0        | 0        | 0       |
| 7  | IZAR N30 (EVC) | 2.35        | 25.94 | 3.00 | 0        | 0        | 0       |
| 8  | LENS 2N20      | 2.46        | 7.62  | 3.00 | 0        | 0        | 0       |
| 9  | LENS 2N20      | 2.50        | 12.14 | 3.00 | 0        | 0        | 0       |
| 10 | LENS 2N20      | 2.73        | 2.88  | 3.00 | 0        | 0        | 0       |
| 11 | IRIS LD 2N6    | 3.17        | 17.68 | 3.00 | -90      | 0        | 0       |
| 12 | IRIS LD 2N6    | 3.77        | 20.61 | 3.00 | 0        | 0        | 0       |
| 13 | IZAR N30 (EVC) | 4.34        | 6.69  | 3.00 | 0        | 0        | 0       |
| 14 | IZAR N30 (EVC) | 4.44        | 5.00  | 3.00 | 0        | 0        | 0       |
| 15 | IRIS LD 2N6    | 5.39        | 27.55 | 3.00 | 0        | 0        | 0       |
| 16 | IRIS LD 2N6    | 5.54        | 8.89  | 3.00 | -90      | 0        | 0       |
| 17 | IRIS LD 2N6    | 5.56        | 2.21  | 3.00 | -90      | 0        | 0       |
| 18 | IRIS LD 2N6    | 5.56        | 13.65 | 3.00 | -90      | 0        | 0       |

| Nº | Referencia  | Coordenadas |       |      |          |          |         |
|----|-------------|-------------|-------|------|----------|----------|---------|
|    |             | m.          |       |      | °        |          |         |
|    |             | x           | y     | h    | $\gamma$ | $\alpha$ | $\beta$ |
| 19 | IRIS LD 2N6 | 7.60        | 24.51 | 3.00 | 0        | 0        | 0       |
| 20 | IRIS LD 2N6 | 7.86        | 27.32 | 3.00 | -90      | 0        | 0       |
| 21 | IRIS LD 2N6 | 10.32       | 4.18  | 3.00 | -90      | 0        | 0       |
| 22 | IRIS LD 2N6 | 11.82       | 7.73  | 3.00 | 180      | 0        | 0       |
| 23 | LENS 2N20   | 12.66       | 5.68  | 3.00 | 0        | 0        | 0       |
| 24 | LENS 2N20   | 12.71       | 1.98  | 3.00 | 0        | 0        | 0       |
| 25 | IRIS LD 2N6 | 12.75       | 25.57 | 3.00 | -180     | 0        | 0       |
| 26 | IRIS LD 2N6 | 14.70       | 27.99 | 3.00 | -90      | 0        | 0       |
| 27 | IRIS LD 2N6 | 14.73       | 20.92 | 3.00 | -90      | 0        | 0       |
| 28 | IRIS LD 2N6 | 14.78       | 12.37 | 3.00 | -90      | 0        | 0       |
| 29 | IRIS LD 2N6 | 14.78       | 16.67 | 3.00 | -90      | 0        | 0       |

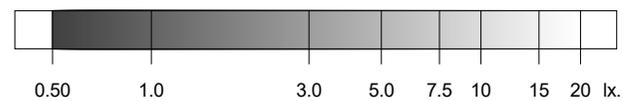
Proyecto : Sin Nombre

Plano : Plano Taller de Mecánica de Motocicletas

Tramas e isolux a 0.00 m.



Leyenda:



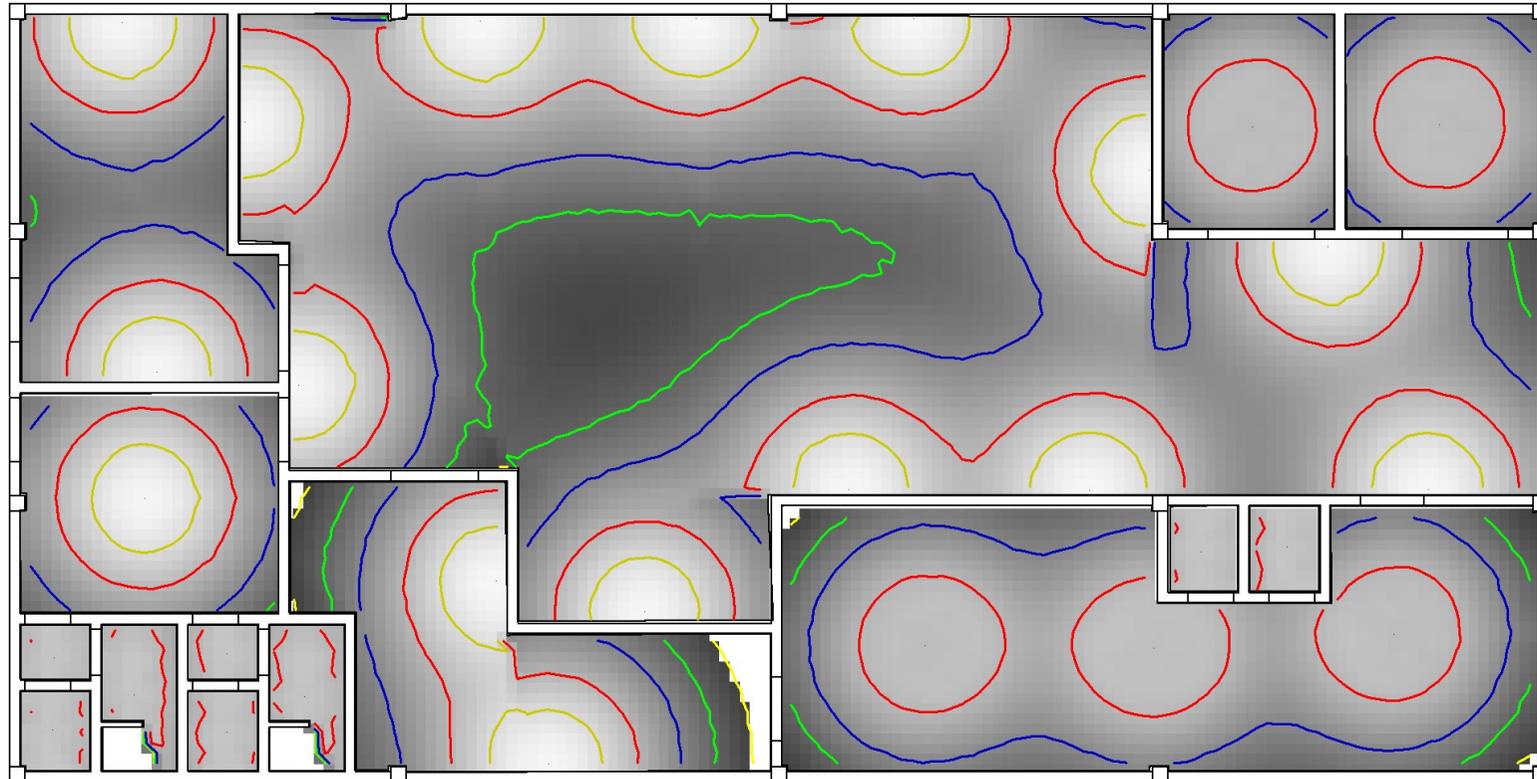
— 0.5 — 1.0 — 2.0 — 5.0 — 10.0 — 20.0 lx.

|                      | Objetivos          | Resultados                     |
|----------------------|--------------------|--------------------------------|
| Uniformidad:         | 40.00 mx/mn.       | 18.10 mx/mn                    |
| Superficie cubierta: | con 0.50 lx. o más | 99.7 % de 413.0 m <sup>2</sup> |
| Iluminación media:   | ---                | 3.64 lx                        |

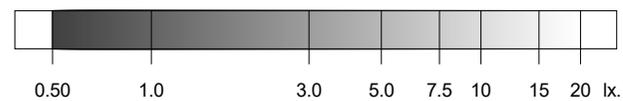
Proyecto : Sin Nombre

Plano : Plano Taller de Mecánica de Motocicletas

Tramas e isolux a 1.00 m.

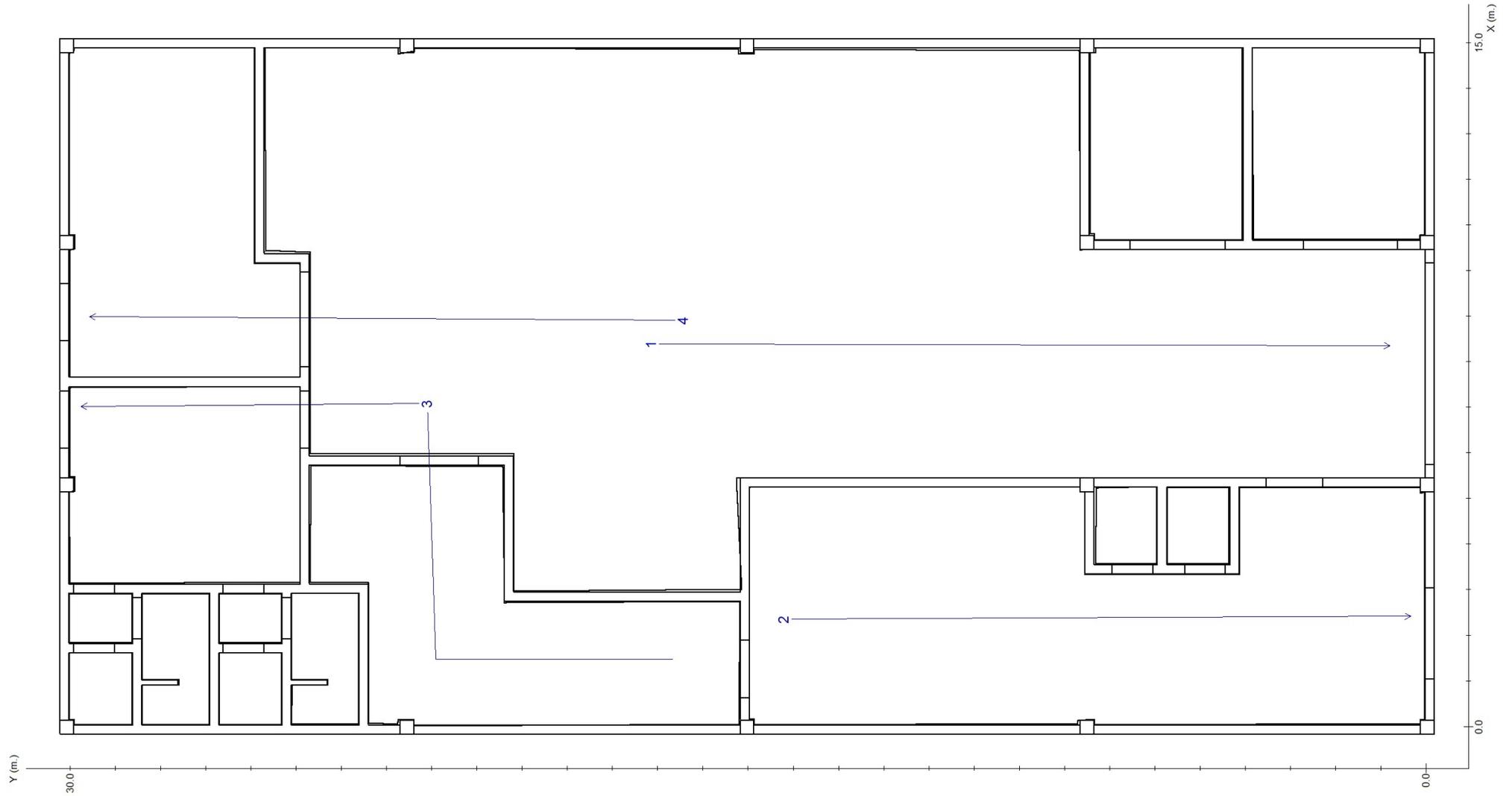


Leyenda:



— 0.5 — 1.0 — 2.0 — 5.0 — 10.0 — 20.0 lx.

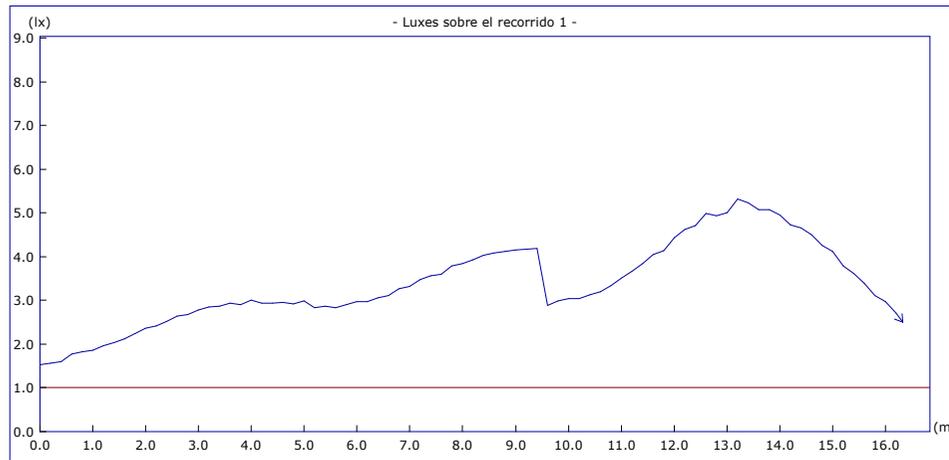
|                      | Objetivos          | Resultados                     |
|----------------------|--------------------|--------------------------------|
| Uniformidad:         | 40.00 mx/mn.       | 34.95 mx/mn                    |
| Superficie cubierta: | con 0.50 lx. o más | 99.3 % de 413.0 m <sup>2</sup> |
| Iluminación media:   | ----               | 4.51 lx                        |



Proyecto : Sin Nombre

Plano : Plano Taller de Mecánica de Motocicletas

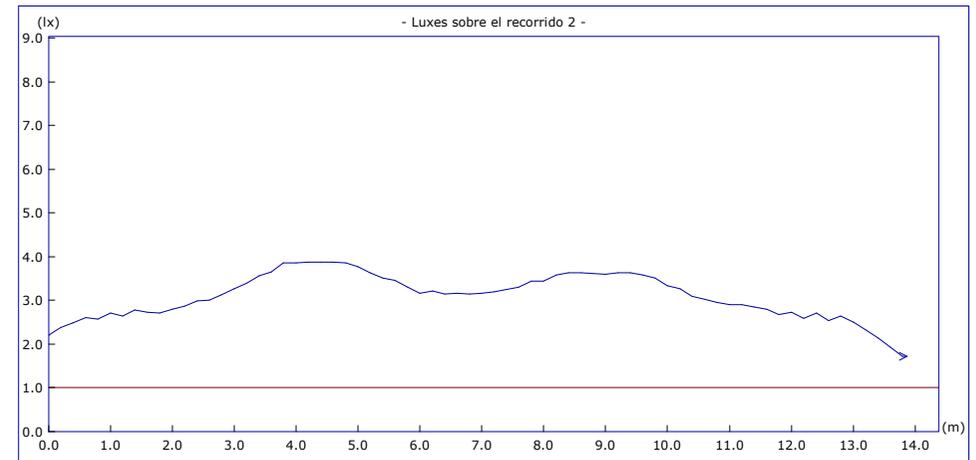
**Recorrido 1**



|                        | Objetivos          | Resultados |
|------------------------|--------------------|------------|
| Uniform. en recorrido: | 40.00 mx/mn        | 3.49 mx/mn |
| lx. mínimos:           | 1.00 lx.           | 1.52 lx.   |
| lx. máximos:           | ----               | 5.31 lx.   |
| Longitud cubierta:     | con 1.00 lx. o más | 100.0 %    |

Altura del plano de medida: 0.00 m.

**Recorrido 2**



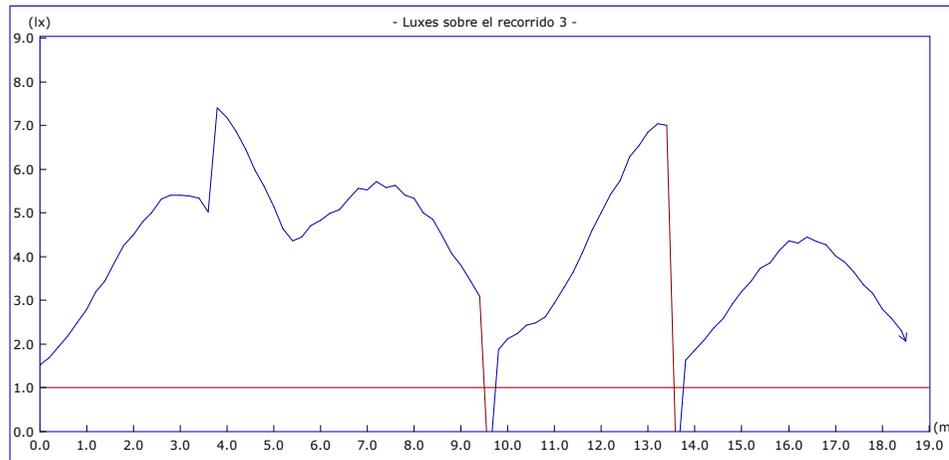
|                        | Objetivos          | Resultados |
|------------------------|--------------------|------------|
| Uniform. en recorrido: | 40.00 mx/mn        | 2.27 mx/mn |
| lx. mínimos:           | 1.00 lx.           | 1.71 lx.   |
| lx. máximos:           | ----               | 3.88 lx.   |
| Longitud cubierta:     | con 1.00 lx. o más | 100.0 %    |

Altura del plano de medida: 0.00 m.

Proyecto : Sin Nombre

Plano : Plano Taller de Mecánica de Motocicletas

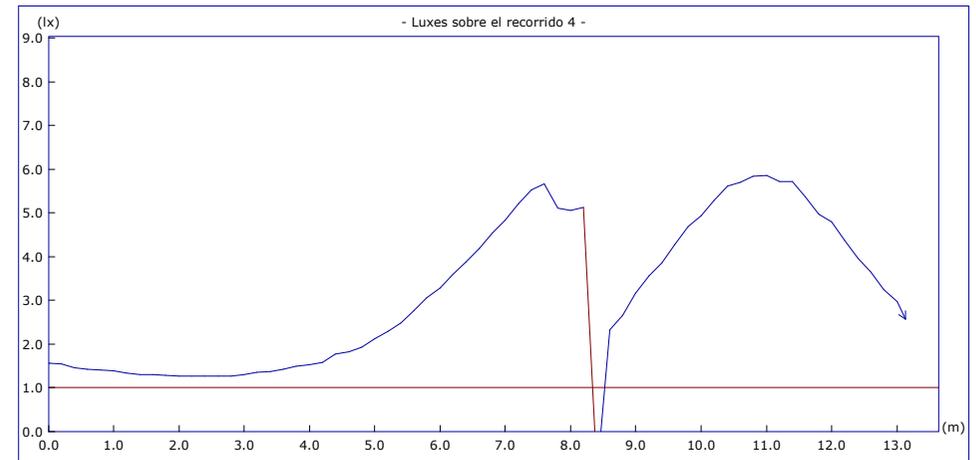
**Recorrido 3**



|                        | Objetivos          | Resultados |
|------------------------|--------------------|------------|
| Uniform. en recorrido: | 40.00 mx/mn        | 4.87 mx/mn |
| lx. mínimos:           | 1.00 lx.           | 1.52 lx.   |
| lx. máximos:           | ----               | 7.40 lx.   |
| Longitud cubierta:     | con 1.00 lx. o más | 100.0 %    |

Altura del plano de medida: 0.00 m.

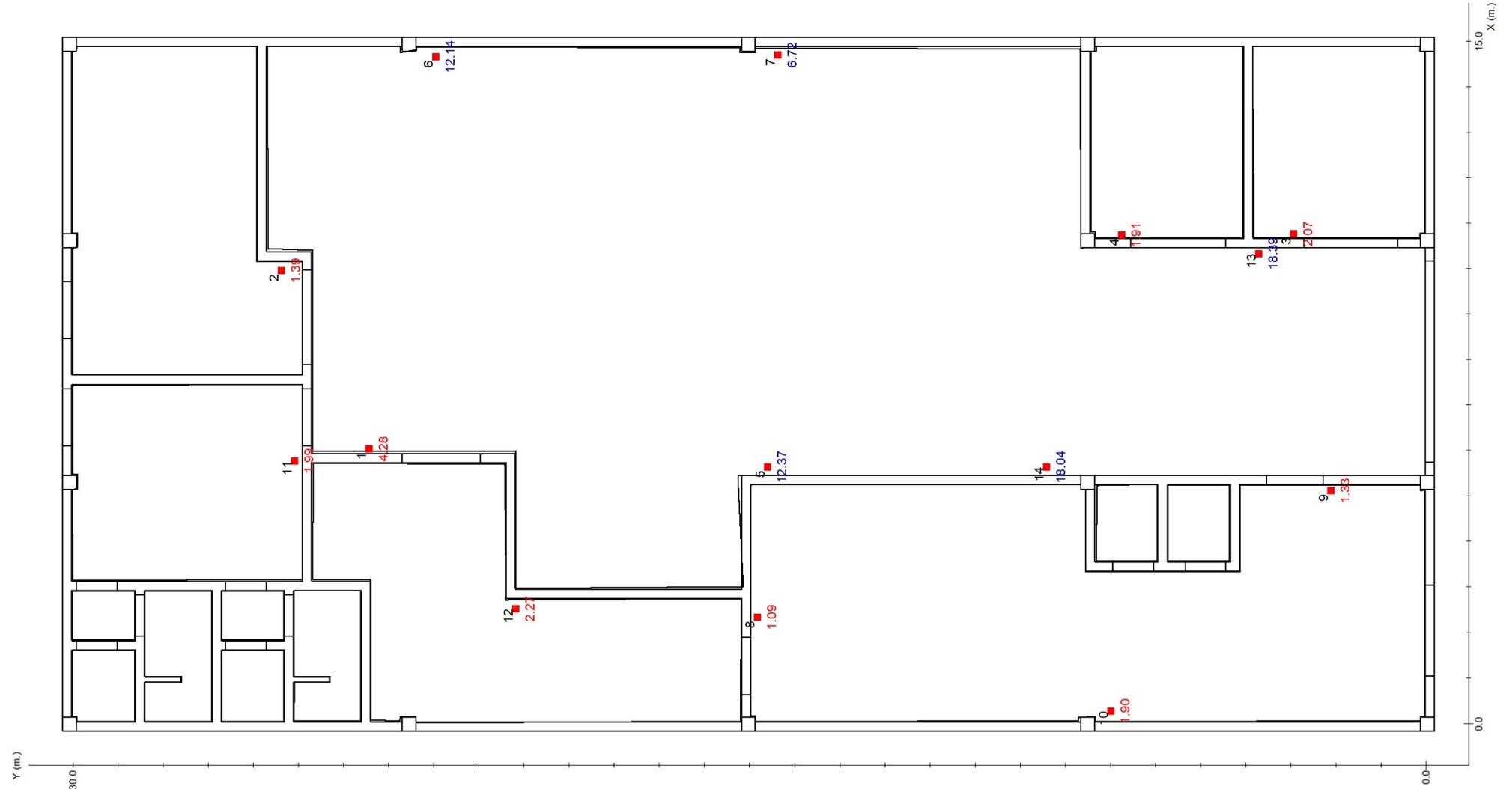
**Recorrido 4**



|                        | Objetivos          | Resultados |
|------------------------|--------------------|------------|
| Uniform. en recorrido: | 40.00 mx/mn        | 4.65 mx/mn |
| lx. mínimos:           | 1.00 lx.           | 1.26 lx.   |
| lx. máximos:           | ----               | 5.86 lx.   |
| Longitud cubierta:     | con 1.00 lx. o más | 100.0 %    |

Altura del plano de medida: 0.00 m.

Plano : Plano Taller de Mecánica de Motocicletas



■ Punto de Seguridad

Proyecto : Sin Nombre

Plano : Plano Taller de Mecánica de Motocicletas

| Nº | Coordenadas |       |      |   | Objetivo | Resultado |
|----|-------------|-------|------|---|----------|-----------|
|    | x           | y     | h    | γ |          |           |
| 1  | 6.04        | 23.42 | 1.20 | - | 5.00     | 4.28 (H)  |
| 2  | 9.96        | 25.37 | 1.20 | - | 5.00     | 1.39 (H)  |
| 3  | 10.77       | 2.93  | 1.20 | - | 5.00     | 2.07 (H)  |
| 4  | 10.74       | 6.74  | 1.20 | - | 5.00     | 1.91 (H)  |
| 5  | 5.65        | 14.60 | 1.20 | - | 5.00     | 12.37 (H) |
| 6  | 14.67       | 21.95 | 1.20 | - | 5.00     | 12.14 (H) |
| 7  | 14.71       | 14.37 | 1.20 | - | 5.00     | 6.72 (H)  |
| 8  | 2.34        | 14.82 | 1.20 | - | 5.00     | 1.09 (H)  |
| 9  | 5.12        | 2.11  | 1.20 | - | 5.00     | 1.33 (H)  |
| 10 | 0.27        | 6.98  | 1.20 | - | 5.00     | 1.90 (H)  |
| 11 | 5.78        | 25.08 | 1.20 | - | 5.00     | 1.99 (H)  |
| 12 | 2.53        | 20.18 | 1.20 | - | 5.00     | 2.27 (H)  |
| 13 | 10.33       | 3.71  | 1.20 | - | 5.00     | 18.39 (H) |
| 14 | 5.65        | 8.41  | 1.20 | - | 5.00     | 18.04 (H) |

Proyecto : Sin Nombre

Plano : Plano Taller de Mecánica de Motocicletas

| Cantidad           | Referencia     | Precio (€) |
|--------------------|----------------|------------|
| 16                 | IRIS LD 2N6    | 2273.92    |
| 5                  | LENS 2N20      | 506.00     |
| 8                  | IZAR N30 (EVC) | 613.92     |
| Precio Total (PVP) |                | 3393.84    |

---

|   | página nº |
|---|-----------|
| Catálogo DAISALUX                                       | 1         |
| Objetivos lumínicos                                     | 1         |
| Definición de ejes y ángulos                            | 2         |
| Plano Plano Taller de Mecánica de Motocicletas          |           |
| 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 | 11        |
| Lista de productos usados en el plano                   | 13        |

## **TRABAJO FIN DE GRADO**

### **INSTALACIONES DE UN TALLER DE MOTOCICLETAS**

#### **ANEXOS**

##### **2.3.- Cálculos Instalación Aire Comprimido**

**Titulación:** Grado de Ingeniería Mecánica

**Autor:** Donato Arbelo Hernández

**Tutora:** Beatriz Trujillo Martín



## ÍNDICE. ANEXO CÁLCULOS INSTALACIONES AIRE COMPRIMIDO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1.- Instalación Aire Comprimido.....</b>                           | <b>5</b>  |
| <b>1.1.- Cálculo presión absoluta del sistema .....</b>               | <b>5</b>  |
| <b>1.2.- Cálculo de caudal de diseño.....</b>                         | <b>7</b>  |
| <b>1.3.- Selección del compresor.....</b>                             | <b>8</b>  |
| <b>1.4.- Sistema de distribución.....</b>                             | <b>9</b>  |
| <b>1.4.1.- Estudio línea Principal.....</b>                           | <b>9</b>  |
| <b>1.4.1.1.- Diámetros tuberías línea principal.....</b>              | <b>9</b>  |
| <b>1.4.1.2.- Calculo longitud equivalente línea principal.....</b>    | <b>9</b>  |
| <b>1.4.1.3.- Pérdidas de carga en línea principal.....</b>            | <b>10</b> |
| <b>1.4.2.- Estudio Líneas Secundarias .....</b>                       | <b>11</b> |
| <b>1.4.2.1.- Diámetros tuberías secundarias .....</b>                 | <b>12</b> |
| <b>1.4.2.2.- Calculo longitud equivalente líneas secundarias.....</b> | <b>12</b> |
| <b>1.4.4.3.- Pérdidas de carga líneas secundarias.....</b>            | <b>13</b> |
| <b>1.4.3.- Comprobación de la caída de presión.....</b>               | <b>14</b> |



## 1.- Instalación Aire Comprimido.

Justificación de la solución aportada para los diferentes elementos que forman la instalación neumática, diseñada para este proyecto.

### 1.1.- Cálculo presión absoluta del sistema.

Se debe conocer las condiciones del lugar donde operará la red de distribución de aire comprimido. Tabla 1.

**Tabla 1 - Emplazamiento - Propiedades de la zona de la instalación**

| Emplazamiento  |              |
|--|--------------|
| Provincia  | S/C Tenerife |
| Municipio  | Güímar       |
| Propiedades de la zona de la instalación   |              |
| Altura sobre nivel del mar (h)<br>m  | 10           |
| Presión atmosférica ( $p_{atm}$ )<br>bar   | 0,98         |
| Temperatura media anual ( $T_{med}$ )<br>°C  | 22           |
| Presión manométrica máxima de los elementos neumáticos ( $p_{man}$ )<br>bar        | 10           |
| Caída de Presión Máxima Compresor-Útil Neumático ( $\Delta p_{m\acute{a}x}$ )<br>% | 2            |

De los elementos neumáticos se debe tener en cuenta, para su correcto funcionamiento: se debe evitar una caída de presión máxima del 2%, entre el compresor y la herramienta neumática. Además, se tiene que tener en cuenta el valor máximo de presión manométrica que presentan los elementos neumáticos. En esta instalación el valor máximo es de 10 bar. Los datos necesarios se resumen en la tabla 2.

**Tabla 2 - Características**

|  |    |
|--|----|
| Presión manométrica máxima de los elementos neumáticos ( $p_{man}$ )<br>bar                | 10 |
| Caída de Presión Máxima entre Compresor y útil Neumático ( $\Delta p_{m\acute{a}x}$ )<br>% | 2  |

Teniendo en cuenta los datos anteriores, se puede determinar la presión mínima al a que puede trabajar el sistema.

La presión mínima viene definida por la siguiente ecuación:

$$p_{m\acute{i}n} = (p_{man} + p_{atm}) \cdot \Delta p_{m\acute{a}x} + p_{man} + p_{atm}$$

donde:

|                   |                                       |
|-------------------|---------------------------------------|
| $p_{m\acute{i}n}$ | Presión mínima del sistema [bar]      |
| $p_{man}$         | Presión manométrica del sistema [bar] |
| $p_{atm}$         | Presión atmosférica de la zona [bar]  |

$\Delta\alpha_{p,m\acute{a}x}$  Caída de presión máxima entre compresor y útil neumático [bar]

Al obtener la presión mínima, se puede determinar la presión de conexión y desconexión del compresor. Estas presiones, vienen definidas por las siguientes formulas:

$$p_{con} = p_{m\acute{i}n} - p_{atm}$$

$$p_{des} = p_{conexi\acute{o}n} + 1$$

donde:

$p_{con}$  Presión de conexión del compresor [bar]  
 $p_{des}$  Presión de desconexión del compresor [bar]

Seguidamente, se fija el rango de presiones a la que debe trabajar el compresor, con ayuda de los datos obtenidos ya que se tienen que tener en cuenta para que sean valores que pueda trabajar el compresor y cumpla los valores deseados. Siendo un poco mayor de la presión de conexión y un poco menor a la presión de desconexión. Hay que tener en cuenta que una gran presión de salida de aire produce un consumo de energía muy alto. Por lo tanto, es necesario que el compresor opere con la mínima presión posible.

Por último, se obtiene la presión absoluta del sistema. Dicha presión se obtiene de la siguiente definición:

$$p_{abs} = p_{con} + p_{atm}$$

donde:

$p_{abs}$  Presión absoluta del sistema [bar]  
 $p_{con}$  Presión de conexión del compresor [bar]  
 $p_{atm}$  Presión atmosférica de la zona [bar]

Se ha diseñado una hoja Excel para los cálculos descritos. Los resultados se resumen en la tabla 3.

**Tabla 3 - Presiones**

|  |              |
|--|--------------|
| <b>Presión mínima del sistema (<math>p_{m\acute{i}n}</math>)</b><br>bar  | <b>11´20</b> |
| <b>Presión manométrica del sistema (<math>p_{man}</math>)</b><br>bar   | <b>10</b>    |
| <b>Presión atmosférica de la zona (<math>p_{atm}</math>)</b><br>bar  | <b>0´98</b>  |
| <b>Caída de presión máxima entre compresor y útil neumático (<math>\Delta\alpha_{p,m\acute{a}x}</math>)</b><br>% | <b>2</b>     |
| <b>Presión de conexión del compresor (<math>p_{con}</math>)</b><br>bar   | <b>10´22</b> |
| <b>presión de desconexión del compresor (<math>p_{des}</math>)</b><br>bar  | <b>11´22</b> |
| <b>Presión absoluta del sistema</b><br>bar   | <b>11´20</b> |

### 1.2.- Cálculo de caudal de diseño.

El caudal de diseño nos permite junto a la presión de trabajo del equipamiento neumático poder seleccionar el compresor mínimo necesario para alimentar la red de aire comprimido.

Los consumos de las diferentes herramientas neumáticas empleadas se resumen en la tabla 1. Se han tomado de los catálogos de los fabricantes.

**Tabla 4 - Consumo herramientas neumáticas**

| Herramientas                      | Presión de trabajo<br>bar | Consumo<br>l/min |
|-----------------------------------|---------------------------|------------------|
| <b>Desmontadora de Neumáticos</b> | <b>10</b>                 | <b>30</b>        |
| <b>Elevadores 1/4"</b>            | <b>8,5</b>                | <b>180</b>       |
| <b>Pistola de impacto 1/2"</b>    | <b>6,2</b>                | <b>410</b>       |
| <b>Pistola de impacto 3/4"</b>    | <b>6,2</b>                | <b>972</b>       |
| <b>Infladores de Neumáticos</b>   | <b>6,0</b>                | <b>100</b>       |
| <b>Carraca</b>                    | <b>6,2</b>                | <b>170</b>       |

La instalación neumática dispone de diferentes tomas divididas según la tabla 5. La distribución se encuentra en el documento planos del presente proyecto.

**Tabla 5 - Cantidad tomas de aire comprimido**

| Herramientas                      | Número de Tomas |
|-----------------------------------|-----------------|
| <b>Desmontadora de Neumáticos</b> | <b>1</b>        |
| <b>Elevadores 1/4"</b>            | <b>5</b>        |
| <b>Tomas libres</b>               | <b>9</b>        |

Se aplica un factor de simultaneidad al caudal de aire ya que las herramientas neumáticas no son usadas al mismo tiempo. Dicho factor depende del número de tomas que se tienen en la instalación y la cantidad de diferentes dispositivos que se pueden conectar a la instalación de aire comprimido. Para dicha instalación tenemos un factor de simultaneidad de 0,75.

En el dimensionamiento de la capacidad del compresor ha de tenerse en cuenta también añadir un 10% por pérdidas de aire admisibles y las posibles ampliaciones de la red. Siendo de un 20%.

En la tabla 6, se resumen los valores de simultaneidad como los incrementos que se producen al caudal por pérdidas y ampliaciones que se pueden llevar a cabo en la instalación de aire comprimido.

**Tabla 6 - Factor de simultaneidad - Incrementos de caudal**

|   |             |
|---|-------------|
| <b>Factor de Simultaneidad (<math>f_s</math>)<br/>adm</b>   | <b>0,75</b> |
| <b>Porcentaje de incremento caudal por pérdidas en la red (<math>\Delta\alpha_{Qpr}</math>)<br/>%</b> | <b>10</b>   |
| <b>Porcentaje de incremento caudal por ampliaciones (<math>\Delta\alpha_{Qa}</math>)<br/>%</b>        | <b>20</b>   |

Se obtienen los valores necesarios de caudales para obtener las características mínimas que debe cumplir el compresor. Los caudales obtenidos se resumen en la tabla 7.

**Tabla 7 - Caudales estudiados**

|   |                |
|---|----------------|
| <b>Consumo medio (<math>Q_m</math>)</b><br>l/min                                      | <b>2120´80</b> |
| <b>Consumo medio con factor de simultaneidad (<math>Q_{m+fs}</math>)</b><br>l/min     | <b>1590´60</b> |
| <b>Incremento caudal por pérdidas en la red (<math>\Delta Q_{pr}</math>)</b><br>l/min | <b>212´08</b>  |
| <b>Incremento caudal por ampliaciones (<math>\Delta Q_a</math>)</b><br>l/min          | <b>424´16</b>  |
| <b>Caudal de Diseño (<math>Q_d</math>)</b><br>l/min                                   | <b>2226´84</b> |

### 1.3.- Selección del compresor.

Determinado el caudal de diseño y conociendo los datos de la presión de trabajo del equipamiento neumático podemos seleccionar el compresor de aire que alimentara la red. Por lo tanto, se selecciona un compresor que pueda satisfacer el caudal necesario para abastecer el taller de aire comprimido. El compresor debe trabajar de forma eficiente cumpliendo el mínimo caudal necesario de la instalación como la presión mínima necesaria. El compresor necesario cumple las características deseadas y se ha calculado en la hoja Excel creada para la instalación.

Las características que debe cumplir el compresor se definen en la tabla 8 y el modelo de compresor seleccionado que cumple dichos mínimos se define en la siguiente tabla 9.

**Tabla 8 - Caudal y presiones mínimas que se debe cumplir en el Compresor**

| <b>Caudal y presión mínimos que debe cumplir el Compresor</b> |                 |                |                 |
|---|-----------------|----------------|-----------------|
|   | <b>Símbolo</b>  | <b>Dato</b>    | <b>Unidades</b> |
| <b>Caudal mínimo = Caudal de diseño</b>                       | $Q_d = Q_{min}$ | <b>2226,84</b> | <b>l/min</b>    |
| <b>Presión mínima</b>   | $p_{min}$       | <b>11,20</b>   | <b>bar</b>      |

**Tabla 9 - Compresor**

| <b>Marca</b>                     | <b>Puska</b>        |                   |
|----------------------------------|---------------------|-------------------|
| <b>Modelo</b>                    | <b>PRB 20</b>       |                   |
| <b>Características Compresor</b> |                     |                   |
|                                  | <b>Dato</b>         | <b>Unidades</b>   |
| <b>Potencia</b>                  | <b>15</b>           | <b>KW</b>         |
| <b>Alimentación</b>              | <b>400 - 3 - 50</b> | <b>V - ph -Hz</b> |
| <b>Caudal máximo</b>             | <b>2696</b>         | <b>l/min</b>      |
| <b>Presión máxima</b>            | <b>13</b>           | <b>Bar</b>        |
| <b>Capacidad Depósito</b>        | <b>500</b>          | <b>L</b>          |
| <b>Nivel de Ruido</b>            | <b>68</b>           | <b>dB</b>         |

#### **1.4.- Sistema de distribución.**

##### **1.4.1.- Estudio Línea Principal.**

##### **1.4.1.1.- Diámetros tuberías línea principal.**

Para obtener el diámetro de la tubería de distribución (anillo), se debe conocer los siguientes datos:

- Velocidad mínima del fluido, necesaria para no crear excesivas pérdidas de carga y favorecer la separación del agua y evitar posibles turbulencias en la instalación de aire comprimido se toma de 8 m/s.

- Ratio de carga, para presiones de trabajo mayores de 7 bares es 8.

El diámetro de la tubería principal de distribución (línea principal), se obtiene aplicando las ecuaciones siguientes:

$$Q_R = S \cdot V = \pi \cdot r^2 \cdot V$$

$$Q_R = \frac{Q_d}{r}$$

donde:

|       |                  |
|-------|------------------|
| $Q_d$ | Caudal de diseño |
| $Q_R$ | Caudal real      |
| $S$   | Sección          |
| $V$   | Velocidad        |
| $r$   | Radio tubería    |

Quedando la ecuación para determinar el diámetro:

$$\emptyset = 2 \cdot r = \sqrt{\frac{Q_R}{\pi \cdot V}}$$

El diámetro de la tubería será:

$$\emptyset = 27,17 \text{ m}$$

Partiendo del diámetro determinado, se debe seleccionar un diámetro comercial superior, para cumplir las condiciones de operación del sistema de aire comprimido. En este caso:

$$\emptyset = 32 \text{ mm}$$

##### **1.4.1.2.- Calculo longitud equivalente línea principal.**

El cálculo de longitud equivalente de la línea principal, se determina sumando las longitudes equivalentes de cada accesorio con la longitud total de la línea principal (anillo). Para las longitudes equivalentes se toman los datos aportados por el fabricante de los accesorios. En la tabla 10 se recogen los accesorios con sus

longitudes equivalentes para la sección de tubería de línea principal, determinada anteriormente.

**Tabla 10 - Longitud equivalente accesorios para diámetro de 32 mm**

| Accesorios         | Cantidad | Longitud equivalente (L <sub>eq,a</sub> )<br>m |
|--------------------|----------|--|
| Uniones rectas     | 4        | 0,30   |
| Codos 90°          | 13       | 2,00   |
| Codos 45°          | 0        | 1,30   |
| T                  | 1        | 0,30   |
| Reducción T        | 11       | 2,40   |
| Reducción          | 0        | 0,60   |
| Válvula de purga   | 3        | 0,30   |
| Derivación         | 0        | 2,40   |
| Válvulas de cierre | 3        | 0,30   |

Las longitudes de la línea principal quedan definidas en la tabla 11:

**Tabla 11 - Longitud equivalente de la línea principal (anillo)**

| Tipo  | Dato   |
|---|--------|
| Longitud Línea principal (L <sub>lp</sub> )<br>m                      | 73,20  |
| Longitud equivalente accesorios (L <sub>eq,a</sub> )<br>m             | 55,70  |
| Longitud total Línea Principal equivalente (L <sub>eq,lp</sub> )<br>m | 128,90 |

#### 1.4.1.3.- Pérdidas de carga en línea principal.

Al tener determinado el diámetro de la línea principal podemos calcular la caída de presión que se produce en la línea, mediante la siguiente expresión:

$$\Delta p_{lp} = \frac{\beta_{lp} \cdot (Q_d)^2 \cdot 15,2 \cdot L_{lp}}{T \cdot \emptyset^5 \cdot p_{abs}}$$

donde:

- $\beta_{lp}$  Índice de resistencia [adm]
- $Q_d$  Caudal de diseño [m<sup>3</sup>/s]
- $L_{lp}$  Longitud línea principal [m]
- $T$  Temperatura media [k]
- $\emptyset$  Diámetro de la tubería [m]

Por lo tanto, debemos determinar el flujo másico y el índice de resistencia.

-Flujo másico: se tiene que tener en cuenta la densidad de aire, la presión y la temperatura media de la zona de la instalación. El flujo másico se obtiene determinando en primer lugar la densidad del aire de la zona donde se ubica la instalación:

La densidad:

$$\rho = \frac{p}{R \cdot T}$$

donde:

- $\rho$  Densidad [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]
- $p$  Presión [Pa] (10 metros sobre el nivel del Mar)
- $T$  Temperatura media [K]
- $R$  Constante de los gases, 0,287 KJ/Kg.K

Flujo másico:

$$\dot{m}_{lp} = \rho \cdot Q_d$$

donde:

- $\dot{m}_{lp}$  Flujo másico Línea principal [kg/h]
- $Q_d$  Caudal de diseño [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]

-Índice de resistencia: es el grado medio de rugosidad, el cual varía según el caudal. El índice de resistencia se obtiene aplicando:

$$\beta_{lp} = 2,8466 \cdot \dot{m}_{lp}^{-0,1468}$$

donde:

- $\beta_{lp}$  Índice de resistencia [adm]
- $\dot{m}_{lp}$  Flujo másico Línea principal [kg/h]

Los datos necesarios y los resultados de los cálculos realizados para la obtención del flujo másico y el índice de resistencia, se han resumido en la tabla 12. Los cálculos se han realizado en una hoja Excel.

**Tabla 12 - Datos necesarios para el cálculo de las pérdidas en tuberías**

|   |               |
|---|---------------|
| <b>Presión absoluta (<math>p_{abs}</math>)</b><br>bar                     | <b>0,98</b>   |
| <b>Constante de los gases (R)</b><br>kJ/kg.k                              | <b>0,287</b>  |
| <b>Temperatura (T)</b><br>K   | <b>295,15</b> |
| <b>Gravedad (g)</b><br>$\text{m}/\text{s}^2$                              | <b>9,81</b>   |
| <b>Densidad Aire (<math>\rho</math>)</b><br>$\text{kg}/\text{m}^3$        | <b>275,15</b> |
| <b>Caudal Línea Principal (<math>Q_d</math>)</b><br>$\text{m}^3/\text{s}$ | <b>0,0046</b> |
| <b>Flujo másico (<math>\dot{m}_{lp}</math>)</b><br>Kg/s                   | <b>1,28</b>   |
| <b>Índice de resistencia (<math>\beta_{lp}</math>)</b><br>adm             | <b>0,83</b>   |

La caída de presión de la línea principal queda:

$$\Delta p_{lp} = 3,2653 \text{ mbar}$$

### 1.4.2.- Estudio Líneas Secundarias.

Hay que tener en cuenta el número de líneas secundarias iguales como diferentes que se pueden dar en nuestra instalación de aire comprimido. El número de líneas es de 10, siendo todas iguales. Por lo que se puede estudiar como una sola línea secundaria dando unas pérdidas de carga 10 veces mayor a la calculada.

#### 1.4.2.1.- Diámetros tuberías líneas secundarias.

Para obtener el diámetro de las tuberías de líneas secundarias (de distribución), se debe conocer los siguientes datos:

- Velocidad mínima del fluido, necesaria para no crear excesivas pérdidas de carga y favorecer la separación del agua y evitar posibles turbulencias en la instalación de aire comprimido se toma de 8 m/s.

- Ratio de carga, para presiones de trabajo mayores de 7 bares es 8.

El diámetro de las tuberías secundarias de distribución, se obtienen aplicando las ecuaciones siguientes:

$$Q_R = S \cdot V = \pi \cdot r^2 \cdot V$$

$$Q_R = \frac{Q_d}{r}$$

donde:

|       |                  |
|-------|------------------|
| $Q_d$ | Caudal de diseño |
| $Q_R$ | Caudal real      |
| $S$   | Sección          |
| $V$   | Velocidad        |
| $r$   | Radio tubería    |

Quedando la ecuación para determinar el diámetro:

$$\varnothing = 2 \cdot r = \sqrt{\frac{Q_R}{\pi \cdot V}}$$

El diámetro de la tubería será:

$$\varnothing = 19,21 \text{ m}$$

Partiendo del diámetro determinado, se debe seleccionar un diámetro comercial superior, para cumplir las condiciones de operación del sistema de aire comprimido. En este caso:

$$\varnothing = 20 \text{ mm}$$

#### 1.4.2.2.- Calculo longitud equivalente líneas secundarias.

El cálculo de longitud equivalente para las líneas secundarias, se determina sumando las longitudes equivalentes de cada accesorio con la longitud total de la

línea secundaria. Para las longitudes equivalentes se toman los datos aportados por el fabricante de los accesorios. En la tabla 10 se recogen los accesorios con sus longitudes equivalentes para la sección de tubería de línea principal, determinada anteriormente.

**Tabla 10 - Longitud equivalente accesorios para diámetro de 20 mm**

| Accesorios         | Cantidad | Longitud equivalente (L <sub>eq,a</sub> )<br>m |
|--------------------|----------|--|
| Uniones rectas     | 1        | 0,20   |
| Codos 90°          | 3        | 1,20   |
| Codos 45°          | 0        | 1,00   |
| T                  | 0        | 0,20   |
| Reducción T        | 1        | 1,30   |
| Reducción          | 0        | 0,00   |
| Válvula de purga   | 1        | 0,20   |
| Derivación         | 1        | 0,00   |
| Válvulas de cierre | 1        | 0,20   |

Las longitudes de la línea principal quedan definidas en la tabla 11:

| Tabla 11 -<br>Longitudes de las líneas secundarias                        |      |
|---|------|
| Longitud Línea secundaria (L <sub>ls</sub> )<br>m                         | 2´20 |
| Longitud equivalente accesorios (L <sub>eq,ls,a</sub> )<br>m              | 5´50 |
| Longitud total equivalente Línea secundaria (L <sub>eq,ls,lp</sub> )<br>m | 7´70 |

#### 1.4.2.3.- Pérdidas de carga en líneas secundarias.

Al tener determinado el diámetro de la línea principal podemos calcular la caída de presión que se produce en la línea, mediante la siguiente expresión:

$$\Delta p_{ls} = \frac{\beta_{ls} \cdot (Q_d)^2 \cdot 15,2 \cdot L_{ls}}{T \cdot \emptyset^5 \cdot p_{abs}}$$

donde:

- $\beta_{ls}$  Índice de resistencia línea secundaria [adm]
- $Q_d$  Caudal de diseño [m<sup>3</sup>/s]
- $L_{ls}$  Longitud línea secundaria [m]
- T Temperatura media [k]
- $\emptyset$  Diámetro de la tubería secundaria [m]

Por lo tanto, debemos determinar el flujo másico y el índice de resistencia.

-**Flujo másico:** se tiene que tener en cuenta la densidad de aire, la presión y la temperatura media de la zona de la instalación. El flujo másico se obtiene determinando en primer lugar la densidad del aire de la zona donde se ubica la instalación:

La densidad:

$$\rho = \frac{p}{R \cdot T}$$

donde:

|        |   |
|--------|---|
| $\rho$ | Densidad [kg/m <sup>3</sup> ]                   |
| $p$    | Presión [Pa] (10 metros sobre el nivel del Mar) |
| $T$    | Temperatura media [k]                           |
| $R$    | Constante de los gases, 0,287 KJ/Kg.K           |

Flujo másico:

$$\dot{m}_{ls} = \rho \cdot Q_d$$

donde:

|                |                                      |
|----------------|--------------------------------------|
| $\dot{m}_{ls}$ | Flujo másico Línea secundaria [kg/h] |
| $Q_d$          | Caudal de diseño [m <sup>3</sup> /s] |

-Índice de resistencia: es el grado medio de rugosidad, el cual varía según el caudal. El índice de resistencia se obtiene aplicando:

$$\beta_{ls} = 2,8466 \cdot \dot{m}_{lp}^{-0,1468}$$

donde:

|                |  |
|----------------|--|
| $\beta_{ls}$   | Índice de resistencia línea secundaria [adm] |
| $\dot{m}_{ls}$ | Flujo másico Línea secundaria [kg/h]         |

Los datos necesarios y los resultados de los cálculos realizados para la obtención del flujo másico y el índice de resistencia, se han resumido en la tabla 12. Los cálculos se han realizado en una hoja Excel.

**Tabla 12 - Datos necesarios para el cálculo de las pérdidas en tuberías**

| Características y propiedades                         |        |
|---|--------|
| Presión ( $P_{abs}$ )<br>bar                          | 0,98   |
| Constante de los gases (R)<br>KJ/kg.k                 | 0,287  |
| Temperatura (T)<br>k                                  | 295,15 |
| Gravedad (g)  | 9,81   |
| Densidad Aire ( $\rho$ )<br>kg/m <sup>3</sup>         | 275,15 |
| Caudal Línea Principal ( $Q_d$ )<br>m <sup>3</sup> /s | 0,0023 |
| Flujo másico ( $\dot{m}_{lp}$ )<br>Kg/s               | 1,28   |
| Índice de resistencia ( $\beta_{lp}$ )<br>adm         | 0,83   |

La caída de presión de la línea principal queda:

$$\Delta p_{lp} = 3,2653 \text{ mbar}$$

Siendo la caída total de todas las líneas secundarias:

$$\Delta p_{ls,total} = 0,1779 \text{ mbar}$$

#### **1.4.3.- Comprobación de la caída de presión.**

Se debe confirmar si la caída de presión obtenida es menor a la permitida al sumar las pérdidas de la línea principal con una línea secundaria. Hay que tener en cuenta que la máxima caída de presión que se puede dar en la instalación es del 2% de la presión absoluta de la red. Se calcula en hoja Excel de elaboración propia.

-Estudio de la línea principal:

$$\begin{aligned} \Delta p_{m\acute{a}x,lp} &> \Delta p_{lp} \\ 0,2240 \text{ bar} &> 0,0033 \text{ bar} \\ &\text{Cumple} \end{aligned}$$

-Estudio de la línea principal más línea secundaria:

$$\begin{aligned} \Delta p_{m\acute{a}x,lp+ls,total} &< \Delta p_{lp+ls} \\ 0,2240 \text{ bar} &> 0,0033 \text{ bar} \\ &\text{Cumple} \end{aligned}$$

## **TRABAJO FIN DE GRADO**

### **INSTALACIONES DE UN TALLER DE MOTOCICLETAS**

#### **ANEXOS**

#### **ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

**Titulación:** Grado de Ingeniería Mecánica

**Autor:** Donato Arbelo Hernández

**Tutora:** Beatriz Trujillo Martín



## ÍNDICE. ANEXO ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

|          |   |          |
|----------|---|----------|
| <b>1</b> | <b>Estudio Básico de seguridad y salud.....</b>   | <b>1</b> |
| 1.1      | Antecedentes y justificación del estudio básico de seguridad y salud.....   | 1        |
| 1.2      | Objetivos del Estudio de Seguridad y salud.....   | 1        |
| 1.3      | Promotor de la obra.....  | 1        |
| 1.4      | Proyectista de las instalaciones.....   | 1        |
| 1.5      | Coordinador de Seguridad y salud durante la elabora.....  | 1        |
| 1.5.1    | Dirección Facultativa de la Obra.....   | 1        |
| 1.5.2    | Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la Obra.....   | 2        |
| 1.6      | Datos de interés para la prevención de los riesgos profesionales durante la realización de la obra.....                 | 2        |
| 1.6.1    | Tráfico rodado.....   | 2        |
| 1.6.2    | Estudio Geológico.....  | 2        |
| 1.6.3    | Reconocimientos médicos.....  | 2        |
| 1.6.4    | Emergencias.....  | 2        |
| 1.6.5    | Prevención de riesgos de daños a terceros.....  | 2        |
| 1.6.6    | Conductas.....  | 3        |
| 1.7      | Fases globales de la obra.....  | 3        |
| 1.8      | Oficios cuya intervención es objeto de prevención de riesgos laborales.....   | 3        |
| 1.9.     | Obligaciones del empresario.....  | 3        |
| 1.9.1.   | Condiciones constructivas.....  | 3        |
| 1.9.2.   | Orden, limpieza y mantenimiento. Señalización.....  | 5        |
| 1.9.3.   | Condiciones ambientales.....  | 5        |
| 1.9.4.   | Iluminación.....  | 6        |
| 1.9.5.   | Servicios higiénicos y locales de descanso.....   | 6        |
| 1.9.6.   | Material y locales de primeros auxilios.....  | 7        |
| 1.10     | Fases críticas para la prevención.....  | 7        |
| 1.10.1   | Concurrencia de riesgos.....  | 7        |
| 1.10.2   | Trabajo en altura.....  | 7        |
| 1.11     | Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.....                                | 8        |
| 1.11.1   | Introducción.....   | 8        |
| 1.11.2   | Obligación general del empresario.....  | 8        |
| 1.12     | Análisis de riesgos por fases globales de obra, trabajos, riesgos, protecciones colectivas y personales. Conductas..... | 9        |
| 1.13.    | Implantación en la obra.....  | 9        |
| 1.13.1   | Riesgos.....  | 9        |
| 1.13.2   | Protecciones colectivas.....  | 10       |
| 1.13.3   | Equipos de protección individual recomendados con marcado CE.....   | 10       |
| 1.13.4   | Conductas.....  | 10       |
| 1.14     | Instalaciones sanitarias.....   | 10       |
| 1.14.1   | Botiquín.....   | 10       |
| 1.15     | Albañilería.....  | 11       |
| 1.15.1   | Riesgos detectables.....  | 11       |
| 1.15.2   | Normativa preventiva.....   | 12       |
| 1.15.3   | Equipos de protección individual recomendado CE.....  | 12       |
| 1.16     | Montaje de la instalación eléctrica.....  | 12       |
| 1.16.1   | Riesgos detectables durante la instalación.....   | 12       |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1.16.2 | Riesgos detectables durante las pruebas de<br>conexión y puesta en servicio de la instalación..... | 12 |
| 1.16.3 | Normas preventivas.....  | 13 |
| 1.17   | Medios auxiliares.....   | 13 |
| 1.17.1 | Andamios en general.....   | 13 |
| 1.18   | Escaleras de mano (madera o metal).....  | 15 |
| 1.18.1 | Riesgos detectables.....   | 15 |
| 1.18.2 | Normas preventivas   | 15 |
| 1.18.3 | Equipos de protección individual recomendados<br>con marca CE.....                                 | 16 |
| 1.19   | Consulta y participación de los trabajadores.....  | 16 |
| 1.19.1 | Consulta de los trabajadores.....  | 16 |
| 1.19.2 | Derechos de participación y representación.....  | 17 |
| 1.19.3 | Delegados de prevención.....   | 17 |
| 1.20   | Tablas   | 17 |
| 1.20.1 | Tablas. Toda la obra   | 17 |
| 1.20.2 | Tablas. Fase albañilería y cerramientos  | 18 |

## **1 Estudio Básico de seguridad y salud**

### **1.1 Antecedentes y justificación del estudio básico de seguridad y salud.**

El presente Estudio nace de la imposición del mismo, por medio del Real Decreto 1.627/1.997 de 24 de octubre, del Ministerio de La Presidencia por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción. Al ser el Presupuesto de Ejecución de Material inferior a 450.759,08 € y el hecho de no satisfacer ninguna de las otras situaciones, no es necesario redactar un estudio completo de seguridad y salud según dispone dicho Real Decreto.

### **1.2 Objetivos del Estudio de Seguridad y salud**

El presente Documento tiene como objetivo el desarrollo del Estudio Básico de seguridad y Salud para las obras de las instalaciones objeto del proyecto "Taller de mecánica rápida".

### **1.3 Promotor de la obra**

El peticionario del proyecto es, la asignatura Trabajo Fin de Grado, perteneciente a la titulación de Grado en Electrónica Industrial y Automática de la Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología de la Universidad de La Laguna. Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Universidad de La Laguna.

**-Tutor:** Beatriz Trujillo Martín

**- Dirección:** Avenida Astrofísico Francisco Sánchez, s/n.

**- Localidad:** San Cristóbal de La Laguna (Santa Cruz de Tenerife).

### **1.4 Projectista de las instalaciones.**

**Projectista:** Donato Arbelo Hernández

**Grado:** Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

**DNI:** 78613633-R

**Correo electrónico:** alu01004915@ull.edu.es

### **1.5 Coordinador de Seguridad y salud durante la elabora**

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la elaboración del proyecto de obra es el projectista mencionado anteriormente.

#### **1.5.1 Dirección Facultativa de la Obra**

La Dirección Facultativa de la Obra será la designada por el promotor, según se indica en el Pliego de Condiciones del Proyecto.

### **1.5.2 Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la Obra.**

Será lo designado por el promotor de la obra. Por norma general el arquitecto técnico de la dirección de obra es normalmente el coordinador de seguridad y salud de todos los trabajos, incluidos los recogidos en el presente proyecto, durante la ejecución de la obra, por lo que el **ingeniero que suscribe no asume ninguna responsabilidad en materia de seguridad y salud si es el designado por la propiedad como Director de la Obra**. El promotor no obstante podrá contratar los servicios de un técnico de prevención de riesgos laborales con titulación específica para ejecutar dicha labor.

### **1.6 Datos de interés para la prevención de los riesgos profesionales durante la realización de la obra**

#### **1.6.1 Tráfico rodado**

Las obras comprendidas en el proyecto no se ven afectadas por el tráfico rodado, debido a que se desarrollan en un espacio vallado, dentro de una parcela.

#### **1.6.2 Estudio Geológico**

El proyecto no aporta estudio geológico.

#### **1.6.3 Reconocimientos médicos**

Para todo el personal que empiece a trabajar en la obra, se deberá comprobar que los trabajadores han pasado el reconocimiento médico previo al trabajo, los ya contratados lo habrán pasado en el transcurso del presente año y las nuevas contrataciones antes de su filiación. Después de ser reconocidos, se entregará el volante de actitud que se archivará en su expediente personal.

#### **1.6.4 Emergencias**

- Para las curas de primeros auxilios se dispondrá de un botiquín en el lugar de trabajo. En caso de accidente, los accidentados deberán ser trasladados al centro asistencial de urgencia más próximo.

Otros accidentes:

- Se llevará a los accidentados al centro indicado por la Empresa Aseguradora.
- Se seguirán en todo momento las normas recogidas en la Carpeta de Seguridad (documentación de seguridad de la Empresa).
- El contratista principal y subcontratistas deberán tener antes de iniciar los trabajos un listado con direcciones y teléfonos de los centros de salud de la zona en la que se desarrollan los trabajos.

#### **1.6.5. Prevención de riesgos de daños a terceros**

Para evitar los riesgos de daños a terceros derivados de las obras contempladas en este proyecto, se procederá a la señalización e instalación de todas las protecciones colectivas que se consideren necesarias según las circunstancias particulares de los

puntos en los que se estén realizando las actuaciones. En los casos que sean necesarios, se realizarán Planes de Actuaciones y Señalización en los que se recojan estos aspectos.

### **1.6.6 Conductas**

Los materiales y equipos definidos y evaluados para emergencias (extintores, motosierras, soplete, puntales, picas, palancas, hachas, etc.) estarán disponibles y no serán utilizados en trabajos rutinarios. Los encargados y jefes de equipos conocerán su localización y tendrán acceso a ellos en las condiciones que se determinen. Todos los trabajadores serán informados y les dará por escrito los riesgos específicos de su trabajo y las instrucciones de cómo actuar en caso de emergencia o de detección de riesgo. El sistema de seguridad a implantar en obra será de aplicación para todos los empleados del CONTRATISTA y de todas las subcontratas que trabajen en la obra.

### **1.7 Fases globales de la obra**

En concordancia con el resumen por capítulos del proyecto de ejecución se establecen las siguientes fases globales:

- Instalación eléctrica en B.T.

### **1.8 Oficios cuya intervención es objeto de prevención de riesgos laborales**

- Electricistas
- Aire comprimido

### **1.9 Obligaciones del empresario**

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.

En cualquier caso, los lugares de trabajo deberán cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el presente Real Decreto en cuanto a sus condiciones constructivas, orden, limpieza y mantenimiento, señalización, instalaciones de servicio o protección, condiciones ambientales, iluminación, servicios higiénicos y locales de descanso, material y locales de primeros auxilios.

#### **1.9.1 Condiciones constructivas**

- El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán ofrecer seguridad frente a los riesgos de resbalones o caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbes o caídas de materiales sobre los trabajadores, para ello el pavimento constituirá un conjunto homogéneo, llano y liso sin solución de continuidad, de material consistente, no resbaladizo o susceptible de serlo con el uso y de fácil limpieza, las paredes serán lisas, guarnecidas o pintadas en tonos claros susceptibles de ser lavadas y blanqueadas y los techos deberán resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo y ser lo suficientemente consistentes.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán también facilitar el control de las situaciones de emergencia, en especial en

caso de incendio, y posibilitar, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.

- Todos los elementos estructurales o de servicio (cimentación, pilares, forjados, muros y escaleras) deberán tener la solidez y resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a que sean sometidos.

- Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables, adoptando una superficie libre superior a 2 m<sup>2</sup> por trabajador, un volumen mayor a 10 m<sup>3</sup> por trabajador y una altura mínima desde el piso al techo de 2,50 m. Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída de objetos o de contacto o exposición elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.

- El suelo deberá ser fijo, estable y no resbaladizo, sin irregularidades pendientes peligrosas. Las aberturas, desniveles y las escaleras se protegerán mediante barandillas de 90 cm de altura.

- Los trabajadores deberán poder realizar de forma segura las operaciones de abertura, cierre, ajuste o fijación de ventanas, y en cualquier situación no supondrán un riesgo para éstos.

- Las vías de circulación deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad. La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos será de 100 cm.

- Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista y deberán estar protegidas contra la rotura.

- Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones, sino sobre descansos de anchura al menos igual a la de aquellos.

- Los pavimentos de las rampas y escaleras serán de materiales no resbaladizos y en caso de ser perforados la abertura máxima de los intersticios será de 8 mm. La pendiente de las rampas variará entre un 8 y 12 %. La anchura mínima será de 55 cm para las escaleras de servicio y de 1 m para las de uso general.

- Caso de utilizar escaleras de mano, éstas tendrán la resistencia y los elementos de apoyo sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas. En cualquier caso, no se emplearán escaleras de más de 5 m de altura, se colocarán formando un ángulo aproximado de 75° con la horizontal, sus largueros deberán prolongarse al menos 1 m sobre la zona a acceder, el ascenso, descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán frente a al mismas, los trabajos a mas de 3,5 m de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad y no serán utilizadas por dos o más personas simultáneamente.

- Las vías y salidas de evacuación deberán permanecer expeditas desembocarán en el exterior. El número, la distribución y las dimensiones de las vías deberán estar dimensionadas para poder evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente, dotando de alumbrado de emergencia aquellas que lo requieran.

- La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión, para ello se dimensionarán todos los circuitos considerando las sobrintensidades previsibles y se dotará a los conductores y resto de aparamenta eléctrica de un nivel de aislamiento adecuado.

- Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

- Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará un sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección conectados a las carcasas de los receptores eléctricos, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada al tipo de local, características del terreno y constitución de los electrodos artificiales).

### **1.9.2 Orden, limpieza y mantenimiento. Señalización**

- Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos.

- Las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento. Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales de puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

- Los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico.

### **1.9.3 Condiciones ambientales**

La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

En los locales de trabajo cerrados deberán cumplirse las condiciones siguientes:

- La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27°C.

- La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70 por 100, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50 por 100.

- Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente a continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda de los siguientes límites:

- Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s.

- Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,5 m/s.

- Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.
- La renovación mínima del aire de los locales de trabajo será de 30m<sup>3</sup> de aire limpio por hora y trabajador en el caso de trabajos sedentarios en ambiente no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y 50 m<sup>3</sup> en los casos restantes.
- Se evitarán los olores desagradables.

#### **1.9.4 Iluminación**

La iluminación será natural con puertas y ventanas acristaladas, complementándose con iluminación artificial en las horas de visibilidad deficiente.

Los puestos de trabajo llevarán además puntos de luz individuales, con el fin de obtener una visibilidad notable.

Los niveles de iluminación mínimos establecidos (lux) son los siguientes:

- Áreas o locales de uso ocasional: 50 lux
- Áreas o locales de uso habitual: 100 lux
- Vías de circulación de uso ocasional: 25 lux
- Vías de circulación de uso habitual: 50 lux
- Zonas de trabajo con bajas exigencias visuales: 100 lux
- Zonas de trabajo con exigencias visuales moderadas: 200 lux
- Zonas de trabajo con exigencias moderadas altas: 500 lux
- Zonas de trabajo con exigencias visuales muy altas: 1000 lux.

-La iluminación anteriormente especificada deberá poseer una uniformidad adecuada, mediante la distribución uniforme de luminarias, evitándose los deslumbramientos directos por equipos de alta luminancia.

Se instalará además el correspondiente alumbrado de emergencia y señalización con el fin de poder iluminar las vías de evacuación en caso de fallo de alumbrado general.

#### **1.9.5 Servicios higiénicos y locales de descanso**

- En el local se dispondrá de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible por los trabajadores.
- Se dispondrán vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo, provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, con una capacidad suficiente para asegurar la ropa y el calzado. Si los vestuarios no fuesen necesarios, se dispondrán colgadores o armarios para colocar la ropa.

- Existirán aseos con espejos, retretes con descarga automática de agua, papel higiénico y lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otros sistema e secado con garantías higiénicas. Dispondrán además de duchas de agua corriente, caliente fría, cuando se realicen habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración. Llevarán alicatados los parámetros hasta una altura de 2m del suelo, con baldosín cerámico esmaltado de color blanco. El solado será continuo e impermeable, formado por losas de gres rugoso antideslizante.

- Si el trabajo se interrumpiera regularmente, se dispondrán espacios donde los trabajadores puedan permanecer durante esas interrupciones diferenciándose espacios para fumadores y no fumadores.

### **1.9.6 Material y locales de primeros auxilios**

- El lugar de trabajo dispondrá de material de primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad características, al número de trabajadores y a los riesgos a que estén expuestos.

- Como mínimo se dispondrá, en lugar reservado y a la vez fácil acceso, de un botiquín portátil, que contendrá en todo momento, agua oxigenada, alcohol de 96, tintura de yodo, mercurcromo, gasas estériles, algodón hidrófilo, bolsa de agua, torniquete, guantes esterilizados y desechables, jeringuillas, hervidor, agujas, termómetro clínico, gasas, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas, antiespasmódicos, analgésicos y vendas.

### **1.10 Fases críticas para la prevención**

A la vista de las fases productivas y de las características de la obra, detectamos los siguientes hitos para la prevención.

#### **1.10.1 Concurrencia de riesgos**

- Cada fase de esta obra tiene sus riesgos específicos tal y como queda reflejado en el apartado correspondiente. Cuando dos o más fases coinciden en el espacio y tiempo los riesgos potenciales que se generan son, no solo distintos, si no que se agravan y alcanzan valores superiores a la suma de los riesgos de las fases coincidentes.

#### **1.10.2 Trabajo en altura**

- El presente proyecto consta de la instalación y montaje de una instalación para el suministro de agua a la red de hidrantes. El montaje de las canalizaciones sobre los muros de contención que dispone el Centro, se desarrollará a cierta distancia del suelo, por lo que ésta será la fase del proyecto con mayor riesgo potencial.

- Es necesario advertir del peligro de una caída libre desde más de 2 metros, así se prestarán especial atención al cansancio y estado de ánimo del personal, al posible entorpecimiento (se recomiendan dos operarios para el montaje) de los trabajadores, alto grado de especialización de los mismos, etc. De forma general, será de obligatorio uso los cinturones de seguridad en este tipo de trabajos.

## **1.11 Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo**

### **1.11.1 Introducción**

- La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgo Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

- De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1.997 establece las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, entendiendo como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

### **1.11.2 Obligación general del empresario**

- La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficiente posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal. Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.

- La extensión de la zona a cubrir

- El número de trabajadores afectados

- Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para las señalizaciones de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

- Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

- Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

- La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará

mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

- La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.
- Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

### **1.12. Análisis de riesgos por fases globales de obra, trabajos, riesgos, protecciones colectivas y personales. conductas**

A la vista de la metodología de construcción, del proceso productivo previsto, del número de trabajadores y de las fases críticas para la prevención, los riesgos detectables expresados globalmente son los siguientes tipos:

- Los propios que originan la inexperiencia o impericia del trabajador.
- Los propios del trabajo realizado por uno o varios trabajadores.
- Los derivados de los factores formales y de ubicación del lugar de trabajo.
- Los que tienen su origen en los medios empleados.

Se opta por la metodología de prevención de Seguridad y Salud de identificar en cada fase del proceso de construcción: los riesgos específicos, las medidas de prevención y protección a tomar, así como las conductas que deberán observarse en esa fase de obra. Esta metodología no implica que en cada fase sólo existan esos riesgos o exclusivamente deban aplicarse esas medidas o dispositivos de seguridad o haya que observar sólo esas conductas, puesto que dependiendo de la concurrencia de riesgos o por razón de las características de un trabajo determinado, habrá que emplear dispositivos y observar conductas o normas que se especifican en otras fases de obra.

### **1.13 Implantación en la obra**

#### **1.13.1 Riesgos**

Se explicita como específicos de esta fase los siguientes:

- Caídas de materiales
- Caídas de personas a distinto nivel
- Incendios
- Eléctrico
- Derrumbamiento de acopios

### **1.13.2 Protecciones colectivas**

Se explicita como específicas de esta fase las siguientes:

- Escaleras
- Señalización informativa
- Señalización de acopios
- Los de riesgo eléctrico
- Los de riesgo de incendio

### **1.13.3 Equipos de protección individual recomendados con marcado CE.**

- Casco de seguridad, siempre que exista riesgo de caída de objetos o golpes de objetos
- Faja de Protección contra sobreesfuerzos
- Guantes de cuero flor y loneta
- Botas de seguridad
- Cinturón de seguridad para los trabajadores en altura

### **1.13.4 Conductas**

En esta obra ha de extremarse el orden y limpieza, la organización y cumplimiento, en todo lo relativo a Seguridad y Salud, para que en una eventual incorporación de subcontratistas y otros trabajadores pueda percibirse que se trata de un centro de trabajo ordenado en el que la Seguridad y Salud es severamente exigida y apreciada.

## **1.14 Instalaciones sanitarias**

### **1.14.1 Botiquín**

Estará ubicado de manera permanente en el vehículo de la empresa que transporta a los trabajadores hasta el lugar del trabajo, y será el conductor del mismo el responsable de su custodia y buen uso. Siempre deberá estar completo y sus productos serán repuestos por caducidad o por uso. Estará siempre cerrado y dispondrá el botiquín de:

- Agua oxigenada
- Alcohol de 96°
- Tintura de yodo
- Mercurocromo

- Amoniaco
  - Gasas estériles
  - Algodón hidrófilo estéril
  - Esparadrapo
  - Vendas
  - Antiespasmódicos
  - Anti-inflamatorio
  - Tiritas
  - Paracetamol
  - Analgésicos
  - Termómetro clínico
  - Guantes esterilizados
  - Torniquetes
  - Bolsas de frío
- El botiquín contará con este listado de productos adosado en el lado interior de la puerta y tendrá un registro en el cual se justificará el uso del botiquín.

### **1.15 Albañilería**

#### **1.15.1 Riesgos detectables**

- Caída de objetos sobre las personas.
- Golpes contra objetos
- Cortes por el manejo de objetos y herramientas manuales
- Dermatitis por contactos con el cemento
- Partículas en los ojos
- Cortes por utilización de máquinas-herramienta
- Los derivados de los trabajos realizados en ambientes polvorientos
- Sobreesfuerzos
- Los derivados del uso de medios auxiliares (borriquetas, escalera, etc).

### **1.15.2 Normativa preventiva**

Se prohíbe balancear las cargas de materiales suspendidas para su puesta en los tajos, en prevención del riesgo de caída. Los escombros y cascotes de los rasurados se evacuarán diariamente vertiéndolo en contenedores dispuestos al efecto para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales. Los escombros y cascotes se apilarán en lugares habilitados a tal efecto.

### **1.15.3 Equipos de protección individual recomendado CE**

- Casco de seguridad, (preferiblemente con barbuquejo).
- Guantes de P.V.C. o de goma.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Botas de goma con puntera reforzada.
- Ropa de trabajo.

## **1.16 Montaje de la instalación eléctrica**

### **1.16.1 Riesgos detectables durante la instalación**

- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de personas a distinto nivel
- Cortes por manejo de herramientas manuales
- Cortes por manejo de las guías y conductores
- Pinchazos en las manos por manejo de guías y conductores
- Golpes por herramientas manuales
- Sobreesfuerzos por posturas forzadas
- Quemaduras por mecheros durante operaciones de calentamiento del “macarrón protector”.

### **1.16.2 Riesgos detectables durante las pruebas de conexionado y puesta en servicio de la instalación**

- Electrocutión o quemaduras por la mala protección de cuadros eléctricos.
- Electrocutión o quemaduras por maniobras incorrectas en las líneas
- Electrocutión o quemaduras por uso de herramientas sin aislamiento.
- Electrocutión o quemaduras por puenteo de los mecanismos de protección (disyuntores, diferenciales, etc.).

- Electrocutación o quemaduras por conexiones directas son clavijas macho-hembra.
- Incendio por incorrecta instalación de la red eléctrica.

### **1.16.3 Normas preventivas**

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado siempre por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos. Las escaleras de mano a utilizar serán de tipo “tijera”, dotadas de zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar el riesgo por trabajos realizados sobre superficies inseguras o estrechas. Se prohíbe la formación de andamios utilizando escaleras de mano a modo de borriquetas, para evitar los riesgos por trabajos sobre superficies inseguras y estrechas. La herramienta a utilizar por los electricistas instaladores estará protegida con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica. Las herramientas de los instaladores eléctricos cuyo aislamiento esté deteriorado serán retiradas y sustituidas por otros en buen estado, de forma inmediata. • Para evitar la conexión accidental a la red de la instalación eléctrica, el último cableado que se ejecutará será el que va desde la central al cuadro general de mando y protección, guardando el lugar seguro los mecanismos necesarios para la conexión, serán los últimos en instalarse.

Antes de hacer entrar en carga a la instalación eléctrica, se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos o indirectos, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

## **1.17 Medios auxiliares.**

### **1.17.1 Andamios en general**

Riesgos detectables

- Caída a distinto nivel (al entrar o salir)
- Caída al mismo nivel
- Desplome del andamio
- Desplome o caída de objetos (tablones, herramientas, materiales).
- Golpes por objetos o herramientas
- Atrapamientos
- Los derivados del padecimiento de enfermedades no detectadas (epilepsia, vértigo, etc.).
- Normas preventivas de aplicación general.
- Los andamios siempre se arriostrarán para evitar los movimientos indeseables que puedan hacer perder el equilibrio a los trabajadores.

Antes de subirse a una plataforma andamiada deberá revisarse toda su estructura para evitar las situaciones indeseables. Los tramos verticales (módulos o Pies derechos) de los andamios se apoyarán sobre tablones de reparto de cargas. Los pies derechos de los andamios en las zonas de terreno inclinado se suplirán mediante tacos o porciones de tablón trabados entre sí y recibidas al durmiente de reparto. Las plataformas de trabajo tendrán un mínimo de 60 cm de anchura y estarán firmemente ancladas a los apoyos de tal forma que se eviten los movimientos por desplazamiento o vuelco. Las plataformas de trabajo, ubicadas a 2 o más metros de altura, poseerán barandillas perimetrales completas de 90 cm de altura, formadas por pasamanos, barra o listón intermedio y rodapié.

También poseerán escaleras interiores de acceso a la plataforma.

- Las plataformas de trabajo permitirán la circulación e intercomunicación necesaria para la realización de los trabajos. Los tablones que formen las plataformas de trabajo estarán sin defectos visibles, con buen aspecto y sin nudos que mermen su resistencia. Estarán limpios, de tal forma, que puedan apreciarse los defectos por uso.

- Se prohíbe fabricar mortero (o similares) directamente sobre las plataformas de los andamios. La distancia de separación de un andamio y el paramento vertical de trabajo no será superior a 30 cm en prevención de caídas. Se prohíbe expresamente correr por las plataformas sobre andamios, para evitar los accidentes por caída. Se prohíbe “saltar” de la plataforma andamiada al interior del edificio; el paso se realizará mediante una pasarela instalada para tal efecto.

- Los contrapesos para andamios colgados se realizarán del tipo “prefabricado con pasador”, se prohíben los contrapesos contruidos basándose en pilas de sacos, bidones llenos de áridos, etc.

- Los andamios deberán ser capaces de soportar cuatro veces la carga máxima prevista. Los elementos que denoten algún fallo técnico o mal comportamiento se desmontarán de inmediato para su reparación (o sustitución).

- Se tendrán cables de seguridad anclados a “puntos fuertes” de la estructura en los que amarrar el fiador del cinturón de seguridad necesario para la permanencia o paso para los andamios. Los reconocimientos médicos previos para la admisión del personal que deba trabajar sobre los andamios de esta obra intentarán detectar aquellos trastornos orgánicos (vértigo, epilepsia, trastornos cardíacos, etc.) que puedan padecer y provocar accidentes al operario.

- Equipos de protección individual recomendados, con marcado CE

- Casco de seguridad (preferible con barbuquejo).

- Ropa de trabajo

- Botas de seguridad

- Calzado antideslizante de seguridad (según casos)

- Cinturón de seguridad

### **1.18 Escaleras de mano (de madera o metal)**

#### **1.18.1 Riesgos detectables**

- Caída a distinto nivel
- Caída a mismo nivel
- Deslizamiento por incorrecto apoyo (falta de zapatas, etc.).
- Vuelco lateral por apoyo irregular
- Rotura por defectos ocultos
- Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalmes de escaleras, formación de plataformas de trabajo, escalera “cortas” para la altura a salvar, etc.)

#### **1.18.2 Normas preventivas**

- De aplicación al uso de escaleras de madera
  - Las escaleras de madera a utilizar en esta obra tendrán los largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad. Los peldaños (travesaños) de madera estarán ensamblados. Las escaleras de madera estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparentes, para que no se oculten los posibles defectos. Las escaleras de madera guardarán a cubierto, a ser posible se utilizarán preferentemente para usos internos de la obra.
- De aplicación al uso de escalera metálica
  - Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad. Las escaleras metálicas estarán pintadas con pinturas antioxidantes que las preserven de las agresiones de la intemperie. Las escaleras metálicas a utilizar en esta obra estarán suplementadas con uniones soldadas. El empalme de escaleras metálicas se realizará mediante la instalación de dispositivos industriales fabricados para tal fin.
- De aplicación al uso de escaleras de tijeras
  - Las escaleras de tijera a utilizar en esta obra estarán dotadas en su articulación superior topes de seguridad de apertura también estarán dotadas hacia la mitad de su altura, de cadenilla (o cable de acero) de limitación de apertura máxima.
  - Las escaleras de tijera se utilizarán siempre como tales, abriendo ambos largueros para no mermar su seguridad, en posición en uso, estarán montadas con largueros en posición máxima apertura para no mermar su seguridad. Las escaleras de tijera nunca se utilizarán a modo de borriquetas para sustentar

las plataformas de trabajo, no se utilizarán si la posición necesaria sobre ellas para realizar un determinado trabajo, obliga a ubicar los pies en los 3 últimos peldaños: se utilizarán montadas siempre sobre pavimentos horizontales (o sobre superficie provisionales horizontales).

- Para el uso de escaleras de mano, independientemente de los materiales que las constituyen

- Se prohíbe la utilización de escaleras de mano en esta obra para salvar alturas superiores a 5 m, Estas estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de Seguridad, y firmemente amarradas en su extremo superior al objeto o estructura al que dan acceso. Las escaleras de mano a utilizar en esta obra sobrepasan en 0.90m la altura a salvar. Esta cota se medirá en vertical desde el plano de desembarco al extremo superior del larguero, se instalarán de tal forma que su apoyo superior diste de la protección vertical del superior  $\frac{1}{4}$  de la longitud del larguero entre apoyos. Se prohíbe en esta obra transportar pesos a mano (o a hombro) iguales o superiores a 25 kg. Sobre las escaleras de mano, apoyar la base de las escaleras de mano de esta obra, sobre lugares y objetos poco firmes que puedan mermar la estabilidad de este medio auxiliar. El ascenso de operarios en esta obra, a través de las escaleras de mano, se realizará de uno en uno. Se prohíbe la utilización al unísono de la escalera a dos o más operarios. El ascenso y descenso a través de las escaleras de mano, se efectuará frontalmente, es decir, mirando directamente hacia los peldaños que se están utilizando.

### **1.18.3 Equipos de protección individual recomendados con marca CE**

- Casco de seguridad
- Botas de seguridad de goma o P.V.C.
- Calzado antideslizante de seguridad
- Botas de seguridad

## **1.19 Consulta y participación de los trabajadores**

### **1.19.1 Consulta de los trabajadores**

- El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.

• La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.

- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia

- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

### **1.19.2 Derechos de participación y representación**

- Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.
- En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

### **1.19.3 Delegados de prevención**

Los delegados de prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

## **1.20 Tablas resumen**

### **1.20.1 Tablas. Toda la obra**

**Tabla 1 - Riesgos**

| <b>Riesgos</b> |   |
|----------------|---|
| <b>x</b>       | <b>Caidas de operarios mismo nivel</b>            |
| <b>x</b>       | <b>Caidas de operarios a distinto nivel</b>       |
| <b>x</b>       | <b>Caidas de objetos sobre operarios</b>          |
| <b>x</b>       | <b>Caidas de objetos sobre terceros</b>           |
| <b>x</b>       | <b>Choques o golpes contra objetos</b>            |
|                | <b>Fuertes vientos</b>                            |
|                | <b>Trabajos en condiciones de humedad</b>         |
| <b>x</b>       | <b>Contactos eléctricos directos e indirectos</b> |
|                | <b>Cuerpos extraños en los ojos</b>               |
|                | <b>Sobreesfuerzos</b>                             |

**Tabla 2 - Medidas preventivas y protecciones colectivas**

| Medidas preventivas y protecciones colectivas |   | Grado de adopción      |
|---|---|------------------------|
| x   | Señalización de la obra (señales y carteles)  | Permanente             |
| x   | Orden y limpieza de los lugares de trabajo  | Permanente             |
| x   | Recubrimiento, o distancia de seguridad (lm) a líneas eléctricas de B.T.            | Permanente             |
| x   | Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra                              | Permanente             |
| x   | Iluminación adecuada y suficiente   | Permanente             |
| x   | No permanecer en el radio de acción de las máquinas                                 | Permanente             |
| x   | Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento                  | Permanente             |
|   | Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia                           | Permanente             |
|   | Vallado de perímetro completo de la obra, resistente y de altura 2m                 | Permanente             |
|   | Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra   | Permanente             |
|   | Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o edificios colindantes | Permanente             |
| x   | Extintor de polvo seco, de eficacia 21A - 144B                                      | Permanente             |
|   | Evacuación de escombros   | Frecuente              |
|   | Escaleras auxiliares  | Ocasional              |
| x   | Información específica  | Para riesgos concretos |
| x   | Cursos y charlas de formación   | Frecuente              |
|   | Grúa parada y en posición veleta  | Con viento fuerte      |
|   | Grúa parada y en posición veleta  | Final de cada jornada  |

**Tabla 3 - Equipos de protección individual**

| Equipos de protección individual |                                    | Empleo         |
|----------------------------------|------------------------------------|----------------|
| x                                | Calzado protector                  | Permanente     |
| x                                | Ropa de trabajo                    | Permanente     |
|                                  | Ropa impermeable o de protección   | Con mal tiempo |
| x                                | Cascos de seguridad                | Permanente     |
| x                                | Gafas de seguridad                 | Ocasional      |
| x                                | Cinturones de protección de tronco | Ocasional      |

### 1.20.2 Tablas. Fase albañilería y cerramientos

**Tabla 4 - Medidas alternativas de prevención y protección**

| Riesgos |  |
|---------|--|
|         | Caídas de operarios al vacío   |
| x       | Caídas de materiales transportados, a nivel y a niveles inferiores     |
|         | Atrapamientos y aplastamientos en manos durante el montaje de andamios |
|         | Atrapamientos por los medios de elevación y transporte                 |
| x       | Lesiones y cortes en brazos y manos                                    |
| x       | Lesiones, pinchazos y cortes en pies                                   |
|         | Dermatitis por contacto con materiales                                 |
|         | Incendios por almacenamiento de productos combustibles                 |
| x       | Golpes o cortes con herramientas                                       |
| x       | Electrocuciones  |
| x       | Proyecciones de partículas   |

**Tabla 5 - Medidas preventivas y protecciones colectivas**

| <b>Medidas preventivas y protecciones colectivas</b> |   | <b>Grado de adopción</b> |
|--|---|--------------------------|
|  | <b>Apuntalamientos y apeos</b>  | <b>Permanente</b>        |
|  | <b>Pasos o pasarelas</b>  | <b>Permanente</b>        |
|  | <b>Redes verticales</b>   | <b>Permanente</b>        |
|  | <b>Redes horizontales</b>   | <b>Frecuente</b>         |
|  | <b>Andamios (constitución, arriostamiento y accesos correctos)</b>            | <b>Permanente</b>        |
|  | <b>Plataformas de carga y descarga de material</b>                            | <b>Permanente</b>        |
|  | <b>Barandillas rígidas (0,9 m de altura, con listón intermedio y rodapié)</b> | <b>Permanente</b>        |
|  | <b>Tableros o planchas rígidas en huecos horizontales</b>                     | <b>Permanente</b>        |
|  | <b>Escaleras peldañeadas y protegidas</b>                                     | <b>Permanente</b>        |
|  | <b>Evitar trabajos superpuestos</b>   | <b>Permanente</b>        |
|  | <b>Bajante de escombros adecuadamente sujetas</b>                             | <b>Permanente</b>        |
|  | <b>Accesos adecuados a las cubiertas</b>                                      | <b>Permanente</b>        |
|  | <b>Protección de huecos de entrada de material en plantas</b>                 | <b>Permanente</b>        |

**Tabla 6 - Equipos de protección individual**

| <b>Equipos de protección individual</b> |  | <b>Empleo</b>     |
|---|--|-------------------|
| <b>x</b>                                | <b>Botas de seguridad</b>                | <b>Permanente</b> |
|   | <b>Cinturones y arneses de seguridad</b> | <b>Frecuente</b>  |
| <b>x</b>                                | <b>Guantes de cuero o goma</b>           | <b>Permanente</b> |
|   | <b>Mástiles y cables fijadores</b>       | <b>Frecuente</b>  |
| <b>x</b>                                | <b>Gafas de seguridad</b>                | <b>Ocasional</b>  |

## **TRABAJO FIN DE GRADO**

### **INSTALACIONES DE UN TALLER DE MOTOCICLETAS**

#### **PLANOS**

**Titulación:** Grado de Ingeniería Mecánica

**Autor:** Donato Arbelo Hernández

**Tutora:** Beatriz Trujillo Martín

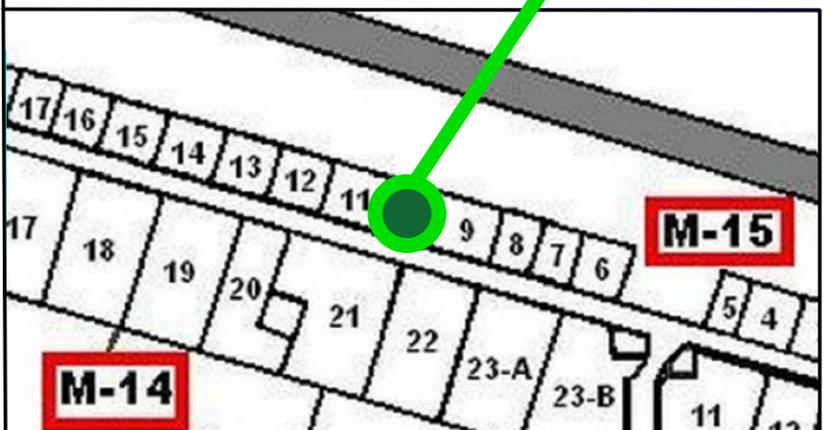
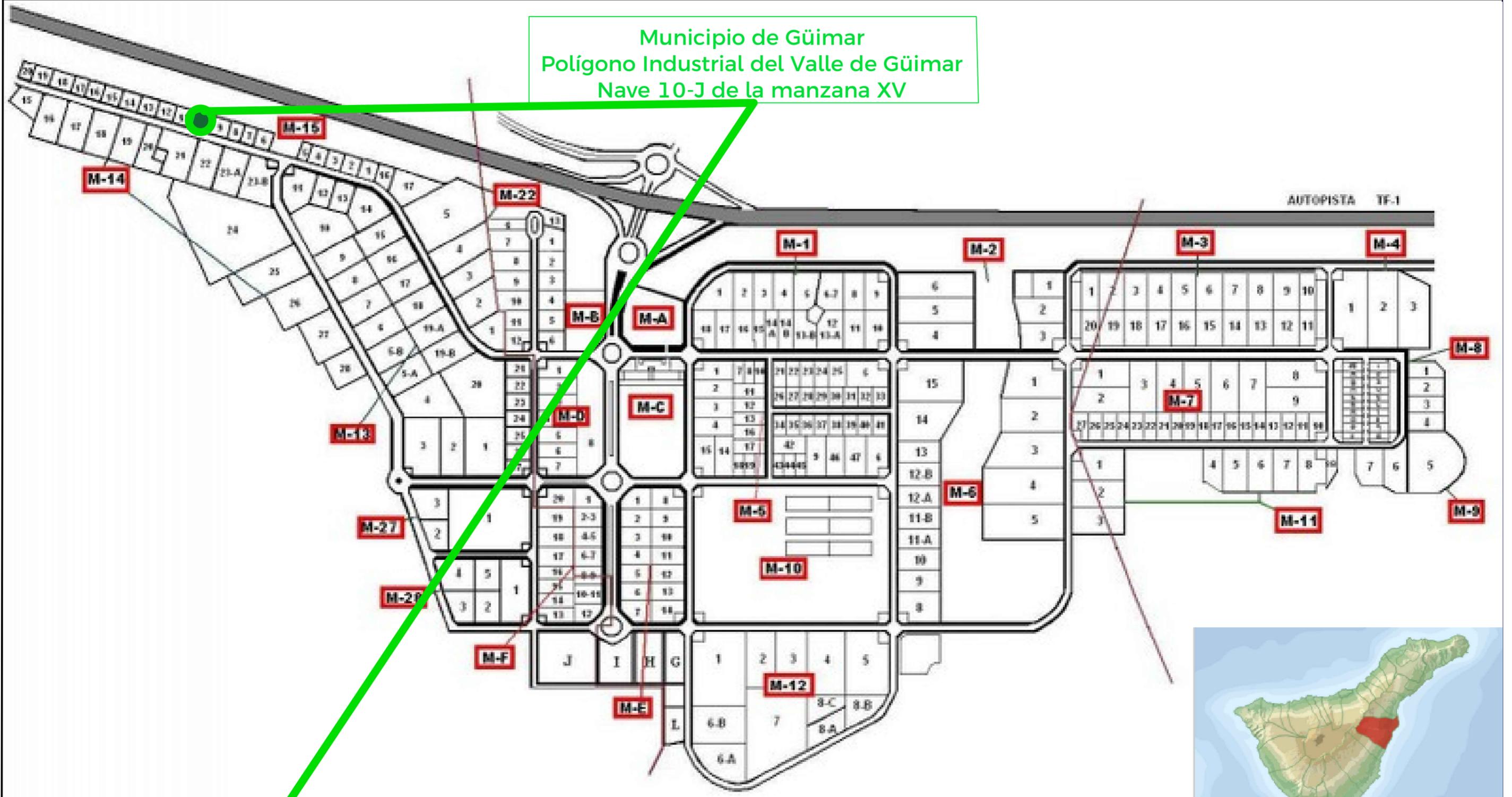


## ÍNDICE. PLANOS

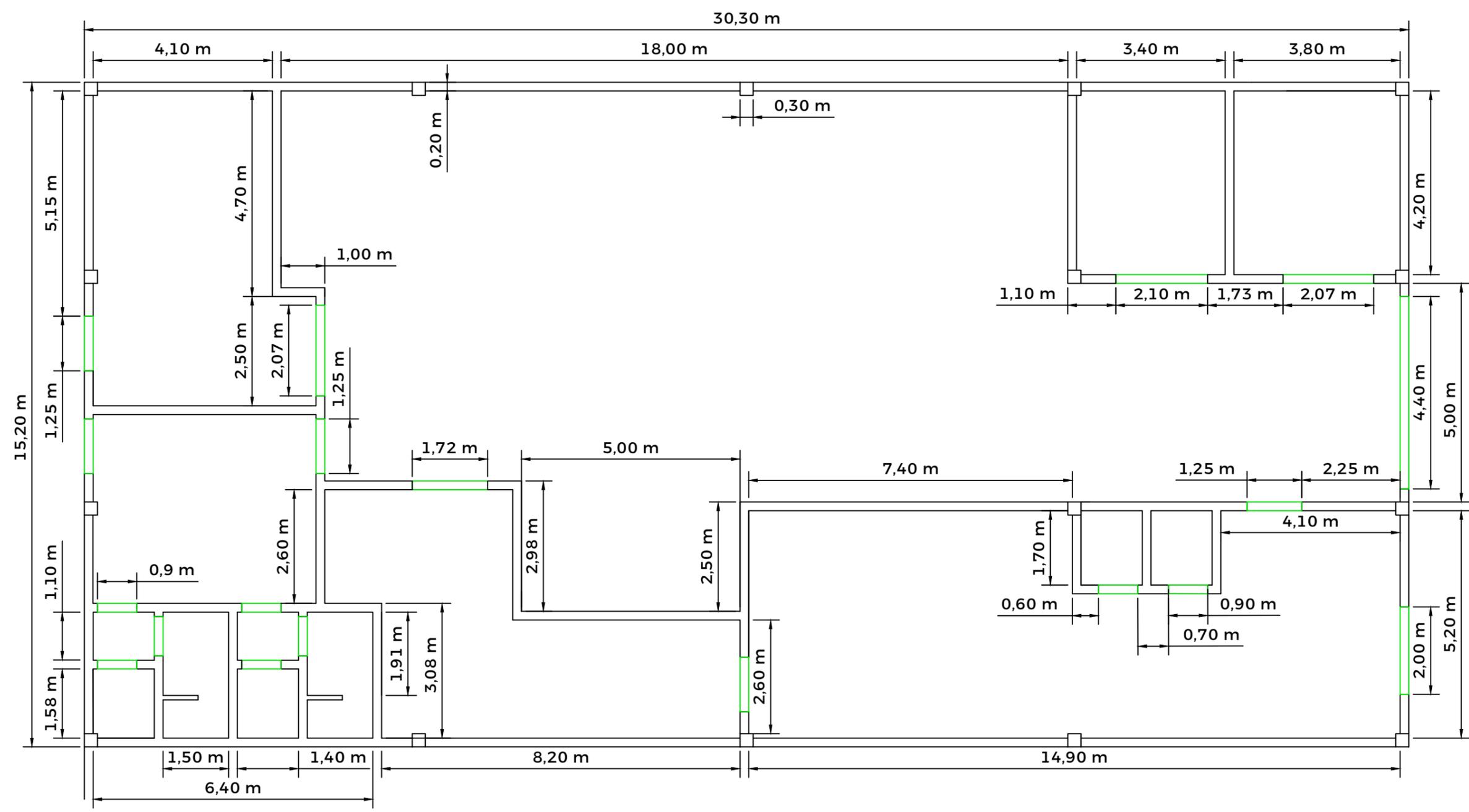
| <b>Número de plano</b> | <b>Nombre del plano</b>                                    | <b>pg</b> |
|------------------------|--|-----------|
| <b>1</b>               | <b>Plano Emplazamiento</b>                                 | <b>1</b>  |
| <b>2</b>               | <b>Plano Acotado del Taller</b>                            | <b>2</b>  |
| <b>3</b>               | <b>Plano Superficies Útiles y Construidas</b>              | <b>3</b>  |
| <b>4</b>               | <b>Plano Distribución del Taller</b>                       | <b>4</b>  |
| <b>5</b>               | <b>Plano Instalación Aire Comprimido</b>                   | <b>5</b>  |
| <b>6</b>               | <b>Plano Instalación Eléctrica Distribución Luminarias</b> | <b>6</b>  |
| <b>7</b>               | <b>Plano Instalación Eléctrica Circuito Iluminación</b>    | <b>7</b>  |
| <b>8</b>               | <b>Plano Instalación Eléctrica Circuito Fuerza</b>         | <b>8</b>  |
| <b>9</b>               | <b>Plano Instalación Eléctrica Diagrama Unifilar</b>       | <b>9</b>  |



Municipio de Güimar  
Polígono Industrial del Valle de Güimar  
Nave 10-J de la manzana XV



|   |                              |   |  |
|---|------------------------------|---|--|
| Instalaciones de Taller de Motocicletas   |                              |   |  |
| Autor: Donato Arbelo Hernández            | Id. s. normas:<br>UNE-EN-DIN | <br>Universidad de La Laguna | ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA<br><i>Grado Ingeniería Mecánica</i><br><i>Universidad de La Laguna</i> |
| Fecha: 08 - 2019                          | ESCALA:<br>1:?               |   | Nº PLANO:<br>1   |
| <b>Plano de Situación y Emplazamiento</b> |                              |   |  |



|   |                              |  |   |
|---|------------------------------|--|---|
| Instalaciones de Taller de Motocicletas |                              |  |   |
| Autor: Donato Arbelo Hernández          | Id. s. normas:<br>UNE-EN-DIN | <br>Universidad<br>de La Laguna | ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA           |
| Fecha: 08 - 2019                        |                              |  | Grado Ingeniería Mecánica<br>Universidad de La Laguna |
| ESCALA:<br>1:100                        | Plano Acotado Taller         |  | Nº PLANO:<br>2  |

TALLER DE MECÁNICA DE MOTOCICLETAS

Superficie parcela = 673'67 m<sup>2</sup>  
 Superficie construida = 460'56 m<sup>2</sup>  
 Superficie útil (exterior) = 197'42 m<sup>2</sup>  
 Superficie útil (interior) = 447'51 m<sup>2</sup>

Zona Exterior  
 A = 197'42m<sup>2</sup>  
 P = 107 m

Sala Máquinas  
 A= 14'26 m<sup>2</sup>  
 P = 15'20 m  
 h = 3 m

Oficina  
 Cuadro General  
 A= 15'94 m<sup>2</sup>  
 P = 16'00 m  
 h = 3 m

Taller  
 A = 212'58 m<sup>2</sup>  
 P = 75'40 m  
 h = 8 m

Almacén 2  
 A = 31'98m<sup>2</sup>  
 P = 24'80 m  
 h = 8 m

Sala Común  
 A = 22'01 m<sup>2</sup>  
 P = 19'05 m  
 h = 3 m

Aseos Clientes  
 A = 4'76 m<sup>2</sup>  
 P = 12'40 m  
 h = 3 m

Aseos y duchas Empleados  
 A = 16'14 m<sup>2</sup>  
 P = 42'86 m  
 h = 3 m

Tienda  
 A = 38'45m<sup>2</sup>  
 P = 25'20 m  
 h = 3 m

Recepción y Sala de Espera  
 A = 32'50m<sup>2</sup>  
 P = 25'40 m  
 h = 3 m

Almacén 1  
 A = 34'46 m<sup>2</sup>  
 P = 30'36 m  
 h = 8 m

Instalaciones de Taller de Motocicletas

Autor: Donato Arbelo Hernández

Id. s. normas:



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

Universidad de La Laguna

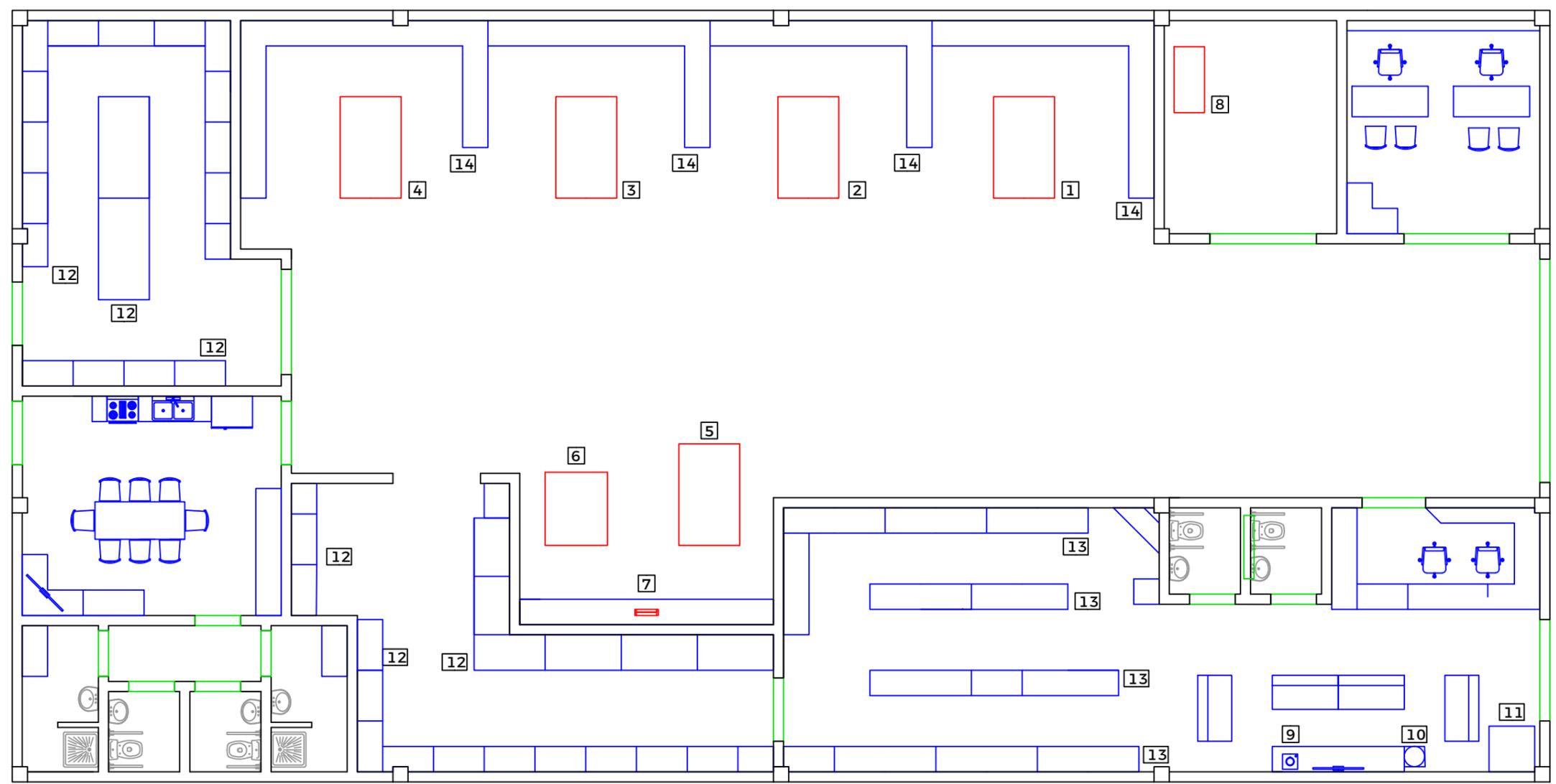
Fecha: 08 - 2019

UNE-EN-DIN

ESCALA:  
1:100

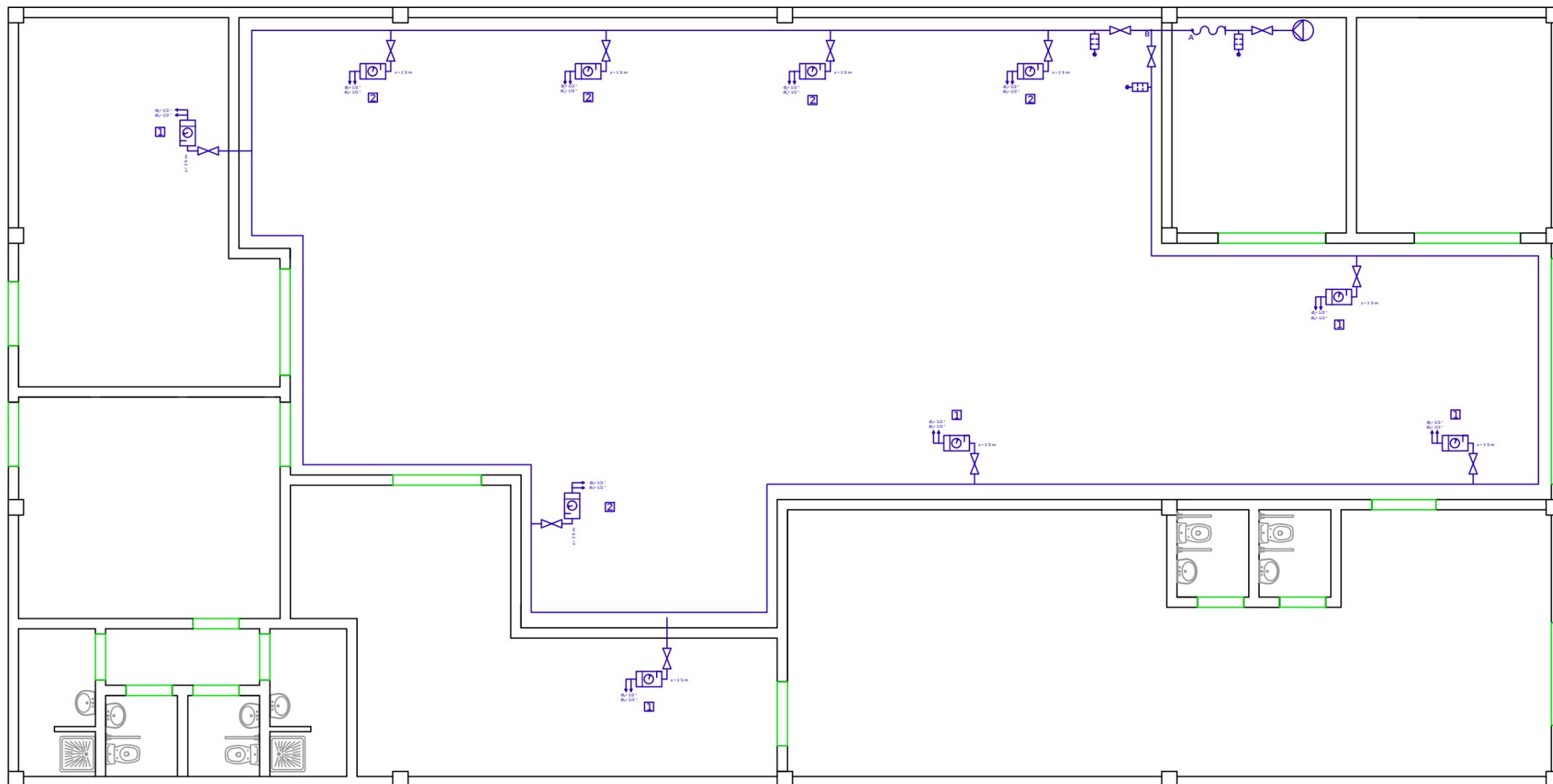
Plano Superficies Útiles y Construidas

Nº PLANO:  
3



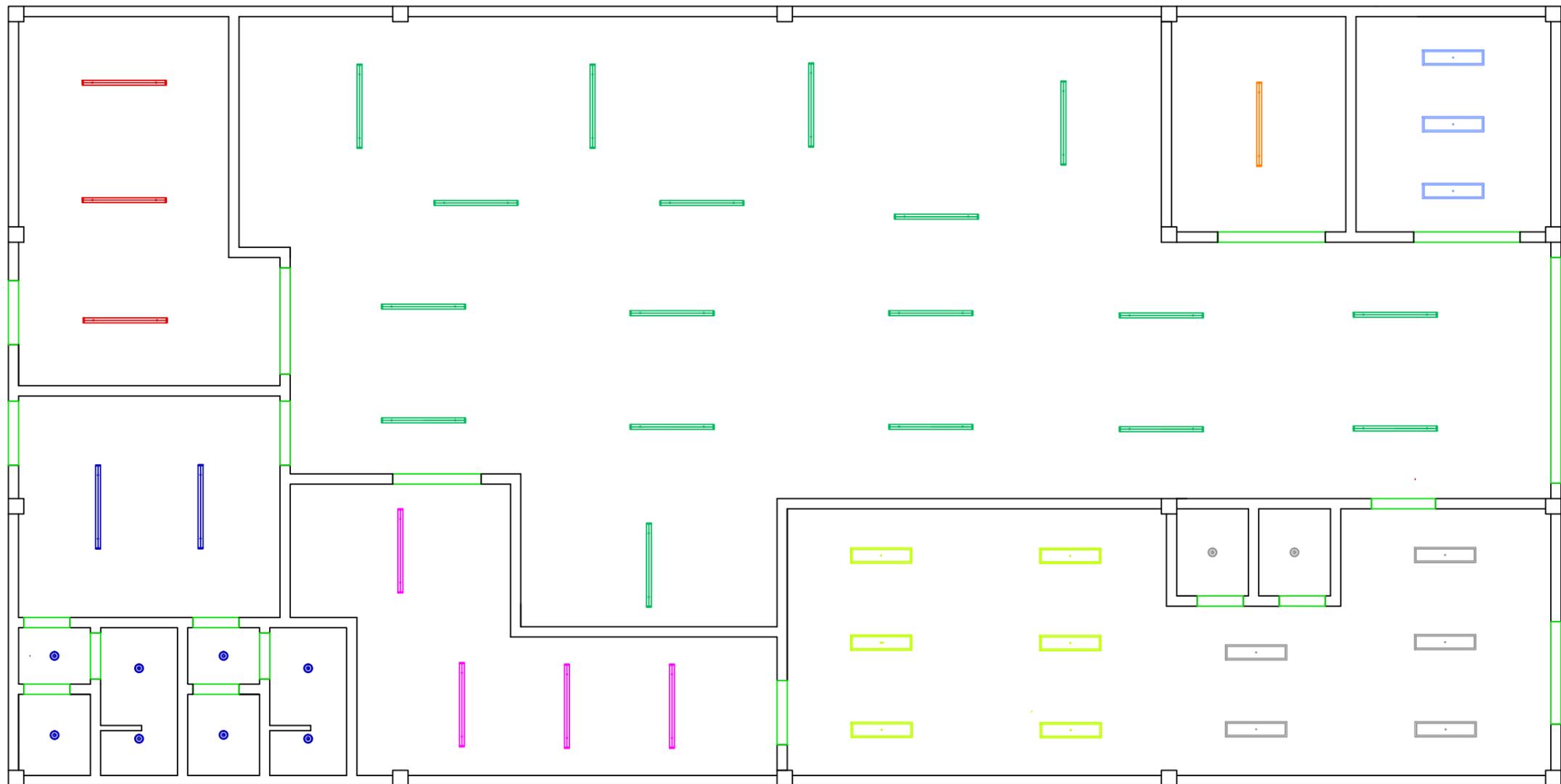
| LEYENDA |                            |
|---------|----------------------------|
| 1       | Elevador 1                 |
| 2       | Elevador 2                 |
| 3       | Elevador 3                 |
| 4       | Elevador 4                 |
| 5       | Elevador 5                 |
| 6       | Desmontadora de neumáticos |
| 7       | Máquina de Contrapesado    |
| 8       | Compresor                  |
| 9       | Máquina de café            |
| 10      | Máquina agua               |
| 11      | Máquina expendedora        |
| 12      | Estanterías (almacén)      |
| 13      | Estanterías (tienda)       |
| 14      | Mesas de trabajo (taller)  |

|   |  |   |             |
|---|--|---|-------------|
| Instalaciones de Taller de Motocicletas |  |   |             |
| Autor: Donato Arbelo Hernández          |  | Id. s. normas: UNE-EN-DIN   |             |
| Fecha: 08 - 2019                        |  | <br>Universidad de La Laguna |             |
| ESCALA: 1:100                           |  | Plano Distribución del Taller   |             |
|   |  |   | Nº PLANO: 4 |



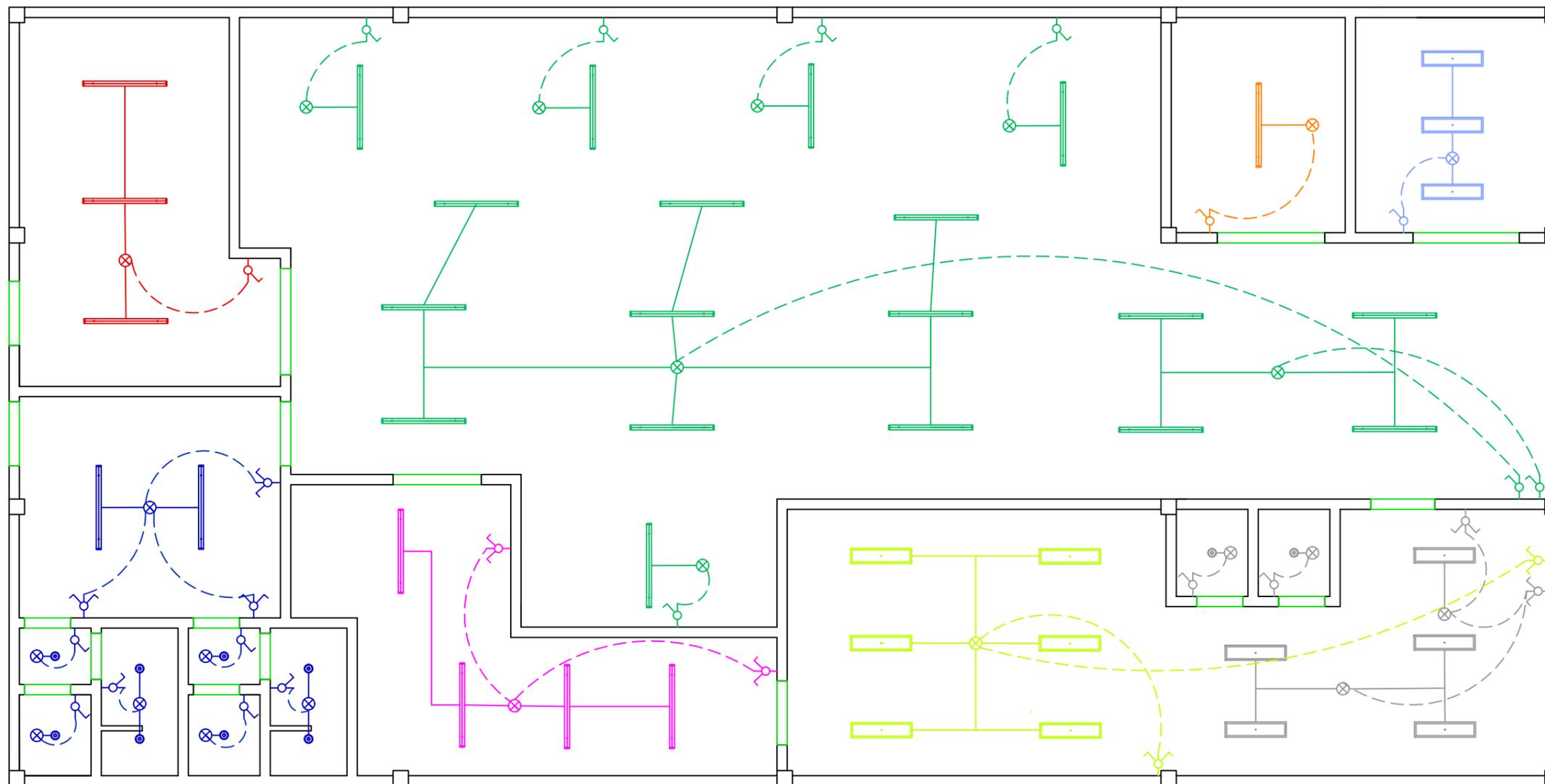
| LEYENDA  |   |
|----------|---|
|          | Compresor   |
|          | Válvula de bola   |
|          | Tubería Flexible (Manguera)   |
|          | Filtro de línea   |
|          | Unidad de tratamiento de aire<br>Filtro-Regulador-Lubricador                                      |
| <b>1</b> | Toma doble herramientas<br>neumáticas de 1/2"   |
| <b>2</b> | Toma triple herramientas<br>neumáticas de 1/2" y toma<br>para elevador o<br>desmontadora de 25 mm |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| Instalaciones de Taller de Motocicletas |   |  |  |
| Autor: Donato Arbelo Hernández          | Id. s. normas:<br>UNE-EN-DIN                                    |  | ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA<br><i>Grado Ingeniería Mecánica</i><br><i>Universidad de La Laguna</i> |
| Fecha: 08 - 2019                        | <b>Plano Instalación Aire Comprimido</b><br>Red de distribución |  | Nº PLANO:<br>5   |
| ESCALA:<br>1:100                        |   |  |  |



| LEYENDA |                      |
|---------|----------------------|
| ⊙       | Philips DN130B D217  |
| ▭       | Philips CR150B       |
| —       | Philips WT470X L1600 |

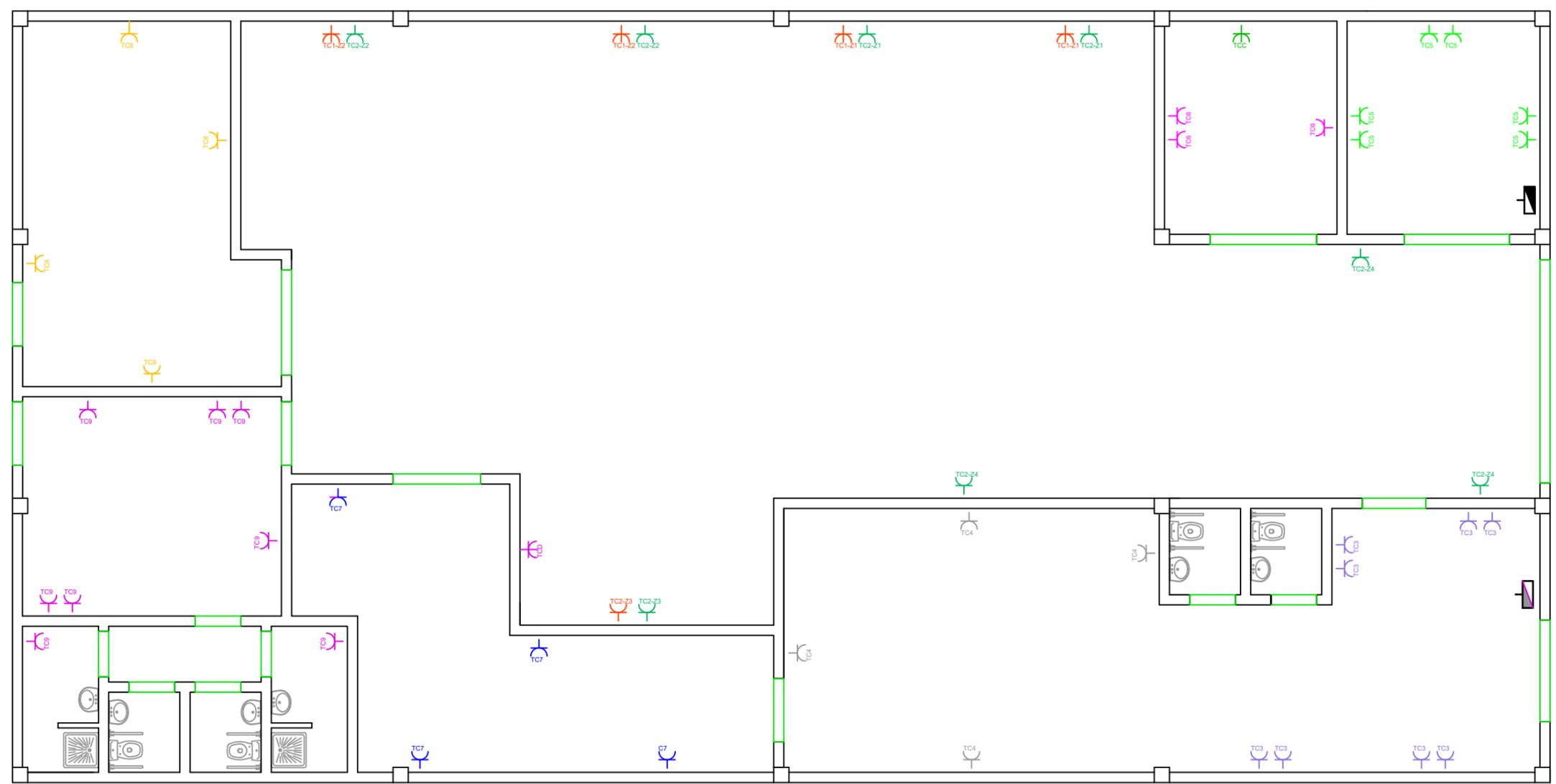
|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| Instalaciones de Taller de Motocicletas |   |  |  |
| Autor: Donato Arbelo Hernández          | Id. s. normas:<br>UNE-EN-DIN                                  | <br>Universidad<br>de La Laguna | ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA<br><br><i>Grado Ingeniería Mecánica</i><br><br><i>Universidad de La Laguna</i> |
| Fecha: 08 - 2019                        |   |  |  |
| ESCALA:<br>1:100                        | <b>Plano Instalación Eléctrica</b><br>Distribución Luminarias |  | Nº PLANO:<br>6   |



| LEYENDA |                       |
|---------|-----------------------|
| ⊗       | Punto de luz          |
| ⌋       | Interruptor           |
| ⌋       | Interruptor conmutado |
| ⊙       | Philips DN130B D217   |
| ⊠       | Philips CR150B        |
| —       | Philips WT470X L1600  |

| CIRCUITOS |                                 |
|-----------|---------------------------------|
| <b>C1</b> | Taller                          |
| <b>C2</b> | Recepción - Sala Espera - Aseos |
| <b>C3</b> | Tienda                          |
| <b>C4</b> | Oficina                         |
| <b>C5</b> | Sala Máquinas                   |
| <b>C6</b> | Almacén 1                       |
| <b>C7</b> | Almacén 2                       |
| <b>C8</b> | Sala Común - Aseos              |

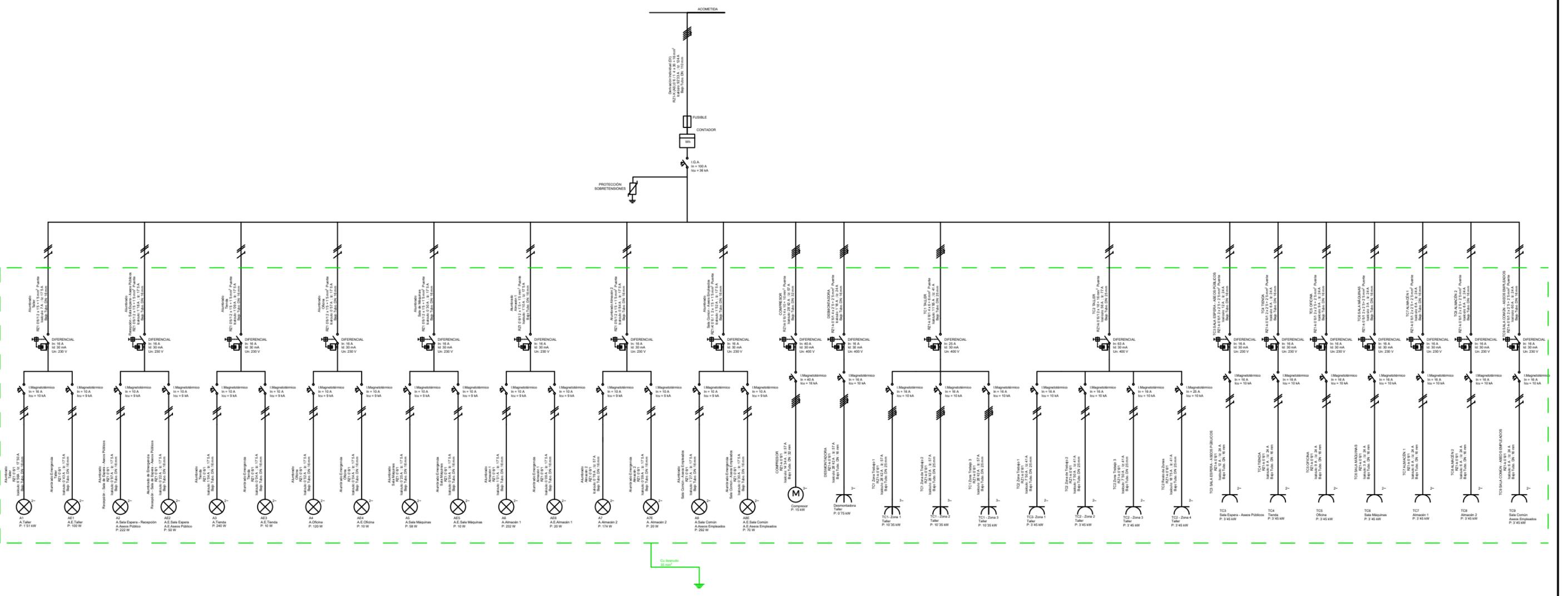
|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| Instalaciones de Taller de Motocicletas |   |  |   |
| Autor: Donato Arbelo Hernández          | Id. s. normas:<br>UNE-EN-DIN                                  | <br>Universidad<br>de La Laguna | ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA           |
| Fecha: 08 - 2019                        |   |  | Grado Ingeniería Mecánica<br>Universidad de La Laguna |
| ESCALA:<br>1:100                        | <b>Plano Instalación Eléctrica</b><br>Circuito de iluminación |  | Nº PLANO:<br>7  |



| LEYENDA |   |
|---------|---|
|         | Cuadro Eléctrico                          |
|         | Cuadros Subgenerales                      |
|         | Toma doble de Corriente Monofásica (16 A) |
|         | Toma doble de Corriente Monofásica (24 A) |
|         | Toma de Corriente Trifásica Simple (32 A) |

| CIRCUITOS  |   |
|------------|---|
| <b>TC1</b> | Tomas de Corriente Taller (Trifásica)   |
|            | <b>Z1</b> Zona trabajo 1y 2             |
|            | <b>Z2</b> Zona de trabajo 3 y 4         |
|            | <b>Z3</b> Zona de trabajo 5             |
| <b>TC2</b> | Tomas de Corriente Taller (Monofásica)  |
|            | <b>Z1</b> Zona de trabajo 1 y 2         |
|            | <b>Z2</b> Zona de trabajo 3 y 4         |
|            | <b>Z3</b> Zona de trabajo 4             |
|            | <b>Z4</b> Zona de acceso y transito     |
| <b>TC3</b> | Recepción - Sala Espera - Aseos         |
| <b>TC4</b> | Tienda                                  |
| <b>TC5</b> | Oficina                                 |
| <b>TC6</b> | Sala Máquinas                           |
| <b>TC7</b> | Almacén 1                               |
| <b>TC8</b> | Almacén 2                               |
| <b>TC9</b> | Sala Común - Aseos                      |
| <b>TCC</b> | Toma Corriente Compresor (Trifásica)    |
| <b>TCD</b> | Toma Corriente Desmontadora (Trifásica) |

|   |  |  |                              |   |
|---|--|--|------------------------------|---|
| Instalaciones de Taller de Motocicletas |  |  |                              |   |
| Autor: Donato Arbelo Hernández          |  | Id. s. normas: UNE-EN-DIN                                | <br>Universidad de La Laguna | ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA<br><i>Grado Ingeniería Mecánica</i><br>Universidad de La Laguna |
| Fecha: 08 - 2019                        |  | <b>Plano Instalación Eléctrica</b><br>Circuito de Fuerza |                              | Nº PLANO: 8   |
| ESCALA: 1:100                           |  |  |                              |   |



|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| Instalaciones de Taller de Motocicletas |  |  |  |
| Autor: Donato Arbelo Hernández          |  | Id. s. normas: UNE-EN-DIN  |  |
| Fecha: 08 - 2019                        |  | <br><b>Universidad de La Laguna</b> |  |
| ESCALA: 1:?                             |  |  |  |
|   |  | Nº PLANO: 9  |  |

## **TRABAJO FIN DE GRADO**

### **INSTALACIONES DE UN TALLER DE MOTOCICLETAS**

#### **ANEXOS**

#### **PLIEGO DE CONDICIONES**

**Titulación:** Grado de Ingeniería Mecánica

**Autor:** Donato Arbelo Hernández

**Tutora:** Beatriz Trujillo Martín



## INDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES

|          |   |          |
|----------|---|----------|
| <b>1</b> | <b>Pliego de condiciones generales.</b>   | <b>1</b> |
| 1.1      | Objeto de pliego.   | 1        |
| 1.2      | Legislación social  | 1        |
| 1.3      | Seguridad publica   | 1        |
| 1.4      | Normativa   | 1        |
| 1.4.1    | Electricidad  | 1        |
| 1.4.2    | Edificación   | 2        |
| <b>2</b> | <b>Pliego de Condiciones Facultativas</b>                                       | <b>3</b> |
| 2.1      | Propiedad o propietario   | 3        |
| 2.2      | Ingeniero director  | 3        |
| 2.3      | Dirección facultativa de obra   | 3        |
| 2.4      | Contratista y su personal de obra   | 4        |
| 2.5      | Oficina de obra   | 4        |
| 2.6      | Trabajos no estipulados expresamente en el pliego de condiciones                | 4        |
| 2.7      | Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto. | 4        |
| 2.8      | Comienzo de las obras, ritmo y ejecución de los trabajos                        | 5        |
| 2.9      | Orden de los trabajos   | 5        |
| 2.10     | Libro de órdenes.   | 5        |
| 2.11     | Ampliación del proyecto por causas imprevistas                                  | 6        |
| 2.12     | Prórrogas por causa de fuerza mayor   | 6        |
| 2.13     | Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el retraso de la obra            | 6        |
| 2.14     | Condiciones generales de ejecución de los trabajos                              | 6        |
| 2.15     | Obras ocultas   | 7        |
| 2.16     | Trabajos defectuosos  | 7        |
| 2.17     | Vicios ocultos  | 7        |
| 2.18     | Materiales no utilizados  | 7        |
| 2.19     | Materiales y equipos defectuosos  | 8        |
| 2.20     | Medios auxiliares   | 8        |
| 2.21     | Comprobaciones de las obras   | 8        |
| 2.22     | Normas para las recepciones provisionales                                       | 8        |
| 2.23     | Conservación de las obras recibidas provisionalmente                            | 8        |
| 2.24     | Recepciones definitivas   | 9        |
| 2.25     | Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida                      | 9        |
| 2.26     | Plazos de garantía  | 9        |
| 2.27     | Prórroga del plazo de garantía  | 9        |
| <b>3</b> | <b>Pliego de Condiciones Económicas</b>   | <b>9</b> |
| 3.1      | Principio general   | 9        |
| 3.2      | Revisión de precios   | 9        |
| 3.3      | Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas                         | 10       |
| 3.4      | Descomposición de los Precios unitarios   | 10       |
| 3.5      | Precios Contradictorios   | 11       |
| 3.6      | Precios e importes de ejecución material  | 11       |
| 3.7      | Precios e importes de ejecución por contrata                                    | 11       |
| 3.8      | Gastos generales y fiscales   | 12       |
| 3.9      | Gastos imprevistos  | 12       |
| 3.10     | Beneficio industrial  | 12       |
| 3.11     | Honorarios de la dirección técnica y facultativa                                | 12       |

|                |   |           |
|----------------|---|-----------|
| <b>3.12</b>    | <b>Gastos por cuenta del contratista .....</b>                          | <b>12</b> |
| <b>3.13</b>    | <b>Medios auxiliares .....</b>  | <b>12</b> |
| <b>3.14</b>    | <b>Abastecimiento de agua .....</b>                                     | <b>12</b> |
| <b>3.15</b>    | <b>Energía eléctrica .....</b>  | <b>13</b> |
| <b>3.16</b>    | <b>Vallado .....</b>  | <b>13</b> |
| <b>3.17</b>    | <b>Accesos .....</b>  | <b>13</b> |
| <b>3.18</b>    | <b>Materiales no utilizados .....</b>                                   | <b>13</b> |
| <b>3.19</b>    | <b>Materiales y aparatos defectuosos .....</b>                          | <b>13</b> |
| <b>3.20</b>    | <b>Precios contradictorios.....</b>                                     | <b>13</b> |
| <b>3.21</b>    | <b>Mejoras de obras libremente ejecutadas .....</b>                     | <b>13</b> |
| <b>3.22</b>    | <b>Abono de las obras .....</b>   | <b>14</b> |
| <b>3.23</b>    | <b>Demora en los pagos .....</b>  | <b>14</b> |
| <b>3.24</b>    | <b>Seguro de las obras .....</b>  | <b>14</b> |
| <b>3.25</b>    | <b>Conservación de las obras .....</b>                                  | <b>14</b> |
| <b>4</b>       | <b>Pliego de Condiciones Técnicas Particulares .....</b>                | <b>15</b> |
| <b>4.1</b>     | <b>Prescripciones Técnicas Particulares Instalación Eléctrica .....</b> | <b>15</b> |
| <b>4.1.1</b>   | <b>Calidad de los materiales .....</b>                                  | <b>15</b> |
| <b>4.1.1.1</b> | <b>Generalidades .....</b>  | <b>15</b> |
| <b>4.1.1.2</b> | <b>Conductores y sistemas de canalización .....</b>                     | <b>15</b> |
| <b>4.1.1.3</b> | <b>Derivaciones individuales .....</b>                                  | <b>17</b> |
| <b>4.1.1.4</b> | <b>Instalación interior .....</b>                                       | <b>17</b> |
| <b>4.1.2</b>   | <b>Normas de ejecución de las instalaciones .....</b>                   | <b>17</b> |
| <b>4.1.2.1</b> | <b>Cajas Generales de Protección .....</b>                              | <b>17</b> |
| <b>4.1.2.2</b> | <b>Sistemas de canalización .....</b>                                   | <b>18</b> |
| <b>4.1.2.3</b> | <b>Centralización de contadores .....</b>                               | <b>22</b> |
| <b>4.1.2.4</b> | <b>Cajas de empalme y derivación .....</b>                              | <b>23</b> |
| <b>4.1.2.5</b> | <b>Aparatos de mando y maniobra .....</b>                               | <b>24</b> |
| <b>4.1.2.6</b> | <b>Aparatos de protección .....</b>                                     | <b>24</b> |
| <b>4.1.2.7</b> | <b>Instalación de puesta a tierra .....</b>                             | <b>29</b> |
| <b>4.1.2.8</b> | <b>Alumbrado .....</b>  | <b>30</b> |
| <b>4.1.2.9</b> | <b>Motores .....</b>  | <b>31</b> |
| <b>4.1.3</b>   | <b>Servicios especiales .....</b>                                       | <b>32</b> |
| <b>4.1.3.1</b> | <b>Instalación telefónica .....</b>                                     | <b>32</b> |
| <b>4.1.3.2</b> | <b>Instalación de radio y televisión .....</b>                          | <b>32</b> |
| <b>4.1.3.3</b> | <b>Relación con otras instalaciones .....</b>                           | <b>32</b> |
| <b>4.1.3.4</b> | <b>Normas generales de montaje .....</b>                                | <b>32</b> |
| <b>4.1.3.5</b> | <b>Acabado y remates finales .....</b>                                  | <b>33</b> |
| <b>4.1.3.6</b> | <b>Pruebas reglamentarias .....</b>                                     | <b>33</b> |
| <b>4.1.3.7</b> | <b>Prueba de recepción .....</b>  | <b>34</b> |
| <b>4.1.3.8</b> | <b>Puesta en marcha de la instalación .....</b>                         | <b>34</b> |
| <b>4.1.3.9</b> | <b>Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad .....</b>              | <b>34</b> |
| <b>5</b>       | <b>Prescripciones Técnicas Particulares Instalación Neumática .....</b> | <b>35</b> |
| <b>5.1</b>     | <b>Objetivo .....</b>   | <b>35</b> |
| <b>5.2</b>     | <b>Descripción .....</b>  | <b>35</b> |
| <b>5.3</b>     | <b>Compresor.....</b>   | <b>35</b> |
| <b>5.4</b>     | <b>Tuberías .....</b>   | <b>35</b> |
| <b>5.5</b>     | <b>Instalación de las tuberías .....</b>                                | <b>36</b> |
| <b>5.6</b>     | <b>Mantenimiento de las tuberías .....</b>                              | <b>37</b> |



## **1 Pliego de condiciones generales.**

### **1.1 Objeto de pliego.**

El Pliego General de Condiciones afectará a la ejecución de todas las obras que comprenden el presente Proyecto, especificaciones en los Documentos: MEMORIA, ANEXOS, PLANOS, MEDICIONES Y PRESUPUESTO, así como a la realización de las instalaciones del Proyecto de Taller de mecánica rápida, para cuyo fin se realizarán las obras mencionadas en los documentos anteriores.

Al mismo tiempo, se hace constar que las condiciones que se exigen en el presente Pliego serán las mínimas aceptables. Los Pliegos de condiciones particulares podrán afectar las presentes prescripciones generales.

Los Contratistas se atenderán en todo momento a lo expuesto en el mismo en cuanto a calidad de los materiales empleados, ejecución, material de obra, precios, medición y abono de las distintas partes de obra, quedando obligados a acatar cualquier decisión que el Director Técnico de la Obra formule durante el desarrollo de la misma y hasta el momento de la recepción definitiva de la obra terminada.

### **1.2 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 aquéllas de carácter social en vigencia o que en lo sucesivo se apliquen.

### **1.3 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.

### **1.4 Normativa**

Las obras del presente Proyecto se realizarán cumpliendo además de lo prescrito en este Pliego, la siguiente normativa:

#### **1.4.1 Electricidad**

- **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión**, aprobado por **Real Decreto 842/2002**, de 02 de agosto, (B.O.E. nº 224 de fecha 18 de septiembre de 2.002), Instrucciones Técnicas Complementarias adjuntas al presente R.D., y guías técnicas de aplicación en vigor que afectan.

- **Guía Técnica de aplicación** al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. **Real Decreto 1.955/2000**, de 01 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, (B.O.E. nº 310 de 27 de diciembre del 2.000).

- **Real Decreto 838/2002**, de 2 de agosto, por el que se establecen los requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes (B.O.E. nº 212 de 04/09/2002).

- **Decreto 141/2009**, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de la instalaciones eléctricas en Canarias (B.O.C. nº 230 de 24 de noviembre de 2006).

- **Real Decreto 3.099/1.977**, de 8 de septiembre, Reglamento de Seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas, e Instrucciones Complementarias.

- **Orden** de la Conserjería de Empleo, Industria y Comercio, de 16 de abril de 2.010, por la que se aprueban las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de suministro de Endesa Distribución Eléctrica S.L.U. y Distribuidora Eléctrica del Puerto de la Cruz, S.A.U., en el territorio de la Comunidad Autónoma Canaria, (B.O.C. nº 81 del 27/04/2010).

- **Circular** de la Dirección General de Energía nº 01/08, de 17 de marzo, por la que se dictan instrucciones de aplicación de las tablas de ICP.

- **Normas UNE** de obligado cumplimiento.

#### **1.4.2 Edificación**

- **Real Decreto 314/2006**, de 17 de marzo, por el que aprueba el Código Técnico de la Edificación - Documento Básico SI, Seguridad en caso de incendio, modificado por R.D.173/2010 de 19 de febrero (B.O.E. nº 61 de 11.03.2010).

- **Documento Básico HE-3**, Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.

- **Documento Básico SUA** - Seguridad de utilización y accesibilidad.

- **Real Decreto 1909/1981**, de 24 de Julio, por el que se aprueba la Norma Básica de la edificación NBE-CA-81, (B.O.E. de 07/09/81), sobre condiciones acústicas en los edificios, modificada por el R.D. 2115/1982 de 12 de agosto, NBE-CA-88, (B.O.E. de 03/09/82 y 07/10/82), y Orden de 29 de septiembre de 1.988 por la que se aclaran y corrigen diversos aspectos de los anexos a la NBE-CA-82, denominándose NBE-CA-88 (B.O.E. de 08/10/88).

- **Norma Básica de la edificación** “Condiciones Térmicas en los Edificios” (NBE-CT 97), aprobada por Real Decreto 2.429/1.979 de 06 de Julio.

- **Decreto 26/2009**, de 03 de marzo, por el que se aprueba el procedimiento de visado del Certificado de Eficiencia Energética y se crea el correspondiente Registro en el ámbito de la CCAA, publicado en el B.O.C. nº 49 fe 12/03/2009

- **Normas UNE** de obligado cumplimiento

## **2 Pliego de Condiciones Facultativas**

### **2.1 Propiedad o propietario**

Se denomina Propiedad a la entidad que encarga la redacción y ejecución del presente Proyecto.

La Propiedad o el Propietario atenderán 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.

### **2.2 Ingeniero director**

Es el Facultativo Director Técnico, persona que con titulación adecuada y suficiente, responsable de la comprobación y vigilancia de la correcta realización de las obras encargadas por la Propiedad, mediante contrato, para dirigir la ejecución de las Obras.

Será el responsable de la Dirección Facultativa, siendo su misión la dirección y vigilancia de los trabajos, por sí mismo o por medio de 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.

### **2.3 Dirección facultativa de obra**

Estará formada por el Ingeniero Director y por aquellas personas necesarias para desarrollar los puestos de auxiliares que necesite para ejercer su labor. Para el desempeño de su función podrá contar con colaboradores a sus órdenes, que desarrollarán su labor en función de las atribuciones derivadas de sus títulos profesionales o sus conocimientos específicos, y que integrarán la Dirección de Obra.

La interpretación del Proyecto corresponde en todo momento al Director de Obra, a quien Los Contratistas deben obedecer en todo momento.

Si hubiera alguna diferencia en la interpretación del presente Pliego de Condiciones, Los Contratistas deberá someterse a las decisiones del Director de Obra.

#### **2.4. Contratista y su personal de obra**

Se entiende por Contratista a la parte contratante obligada a ejecutar la Obra. Así mismo, el Contratista, cuando sea necesaria su actuación o presencia según la contratación o pliego de cláusulas, podrá ser representado por un Delegado de Obra previamente aceptado por parte de la Dirección de la misma.

Este delegado tendrá capacidad para:

- Organizar la ejecución de la Obra y poner en práctica e interpretar las órdenes recibidas del Director de Obra.

- Proponer a la Dirección o colaborar en la resolución de los problemas que se plantean en la ejecución de la Obra.

Por otra parte, el Director de Obra podrá recabar del Contratista la designación de un nuevo delegado y, en su caso, de cualquier facultativo que de él dependa, cuando así lo justifique su actuación y la Obra.

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.

#### **2.5 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.

#### **2.6 Trabajos no estipulados expresamente en el pliego de condiciones**

Es obligación de la Contrata ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las Obras, aun cuando no esté expresamente estipulado en los Pliegos de Condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Director de Obra, y dentro de los límites de posibilidades que los Presupuestos determine para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

#### **2.7 Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.**

Cuando se trata de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones, o indicaciones de los Planos, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán por escrito al Contratista, estando éste obligado, a su vez, a devolver ya los originales, ya las copias, suscribiendo con su firma el

"enterado" que figurará al pie de todas las órdenes, avisos e instrucciones que reciba, tanto de los encargados de la vigilancia de las Obras, como del Director de Obra.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea, oportuno el Contratista, 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 oportuno recibo, si éste lo solicitase.

## **2.8 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 la misma, que será el especificado en el Contrato. En caso de que este plazo no se encuentre especificado en el Contrato, se considerará el existente en la memoria descriptiva del presente Proyecto.

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 los mismos.

## **2.9 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.

## **2.10 Libro de órdenes**

Los Contratistas tendrán siempre en la Oficina de Obra y a la disposición del Director de Obra un Libro de Órdenes, con sus hojas foliadas por duplicado, en el que redactará las que crea oportuno dar al Contratista para que adopte las medidas precisas que eviten en lo posible los accidentes de todo género que puedan sufrir los

obreros, las fincas colindantes y los viandantes en general; las que crea necesarias para corregir las posibles deficiencias constructivas que haya observado en sus visitas a la Obra y, en suma, todas las que juzgue indispensables para que los trabajos se lleven a cabo, de acuerdo y en armonía con los documentos del Proyecto.

Cada orden deberá ser extendida por el Director de Obra, y el "enterado" suscrito con la firma de los Contratistas o la de su encargado en obra; la copia de cada orden extendida en el folio duplicado quedará en poder del Director de Obra, a cuyo efecto los folios duplicados irán trepados.

El hecho de que en citado libro figuren redactadas las órdenes, que ya preceptivamente tienen la obligación de cumplimentar Los Contratistas, de acuerdo con lo establecido en el Pliego de Condiciones Generales de la Edificación, no supone eximente ni atenuante alguno para las responsabilidades que sean inherentes al Contratista.

### **2.11 Ampliación del proyecto por causas imprevistas**

Los Contratistas estarán obligados a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de Obra disponga, para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será asignado en el presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que mutuamente convengan.

### **2.12 Prórrogas por causa de fuerza mayor**

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad de los Contratistas, y siempre que esta causa sea distinta de las que se especifican como de rescisión, aquel no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuese posible terminarla en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la Contrata, previo informe favorable del Director de Obra. Para ello, Los Contratistas expondrán, en escrito dirigido al Director de Obra, la causa que impide la ejecución o 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.

### **2.13 Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el retraso de la obra**

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

### **2.14 Condiciones generales de ejecución de los trabajos**

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto que haya servido de base a la Contrata, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Director de Obra al Contratista, siempre que éstas encajen dentro de la cifra a que asciendan los Presupuestos.

### **2.15 Obras ocultas**

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultas a la terminación de la Obra se levantarán los planos precisos e indispensables para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: uno, al Propietario; otro, al Director de Obra, y el tercero al Contratista, firmados todos ellos por estos dos últimos.

### **2.16 Trabajos defectuosos**

Los Contratistas, como es natural, deben emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el Pliego de Condiciones Técnicas del presente Proyecto, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados, de acuerdo con lo especificado también en dicho documento. Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, Los Contratistas son los únicos responsables de la ejecución de los trabajos que ha contratado, así como de las faltas que en ellos hubiere por la deficiente calidad de los materiales empleados o los aparatos instalados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que el Director de Obra o sus subalternos no le hayan llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valoradas en las certificaciones particulares de obra, que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de Obra o su representante en la misma adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos o efectuados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la Obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la Contrata.

### **2.17 Vicios ocultos**

Si el Director de Obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar, en cualquier momento, y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos de demolición y reconstrucción que se ocasionen serán de cuenta de los Contratistas, siempre que los vicios existan realmente, y en caso contrario correrán de cuenta del Propietario.

### **2.18 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.

### **2.19 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.

### **2.20 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 partida alzada o incluidos en los precios de las unidades de Obra.

### **2.21 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.

### **2.22 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.

### **2.23 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.

#### **2.24 Recepciones definitivas**

Finalizado el plazo de garantía, se procederá a la recepción definitiva, con las mismas formalidades señaladas en los artículos precedentes para la provisional; si se encontraran las obras en perfecto estado de uso y conservación se darán por recibidas definitivamente.

En caso contrario, se procederá de idéntica forma que la preceptuada para la recepción provisional, sin que el Contratista tenga derecho a percepción de cantidad alguna en concepto de ampliación. También deberá hacerse cargo de los gastos de conservación hasta que la Obra haya sido recibida definitivamente.

#### **2.25. Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida**

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

#### **2.26. Plazos de garantía**

El plazo de garantía de las Obras, es de un año, y su conservación durante el mismo correrá a cargo del Contratista.

Una vez cumplido dicho plazo, se efectuará el reconocimiento final de las Obras, y si procede su recepción definitiva.

#### **2.27. Prórroga del plazo de garantía**

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Técnico Director marcará al Constructor o Instalador los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

### **3. Pliego de Condiciones Económicas**

#### **3.1. Principio general**

En este apartado se describen y regulan las relaciones económicas entre la propiedad y la contrata, así como la dirección de control de la dirección facultativa.

Todos los intervinientes en el proceso de montaje tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractuales establecidas. La propiedad y los contratistas pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

#### **3.2 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.

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.

### **3.3 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 observase, pero no se tendrá en cuenta a los efectos de la rescisión del Contrato.

### **3.4 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:

Los costes son:

- Mano de obra.
- Los materiales.
- Equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene.

Los gastos generales son:

- Gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales, tasas de la administración. También se fija como un porcentaje, en este caso de la suma de costes directos e indirectos (en la administración pública es entre el 13% y 17%).

El beneficio industrial:

- El beneficio del contratista se establece en un 6% sobre la suma de las anteriores partidas.
- Precio de ejecución material:
- El resultado obtenido por la suma de las anteriores partidas exceptuando el beneficio industrial.

Precio de contrata:

- Es la suma de costes directos, indirectos, gastos generales y beneficio industrial. El IGIC se aplica a este precio, pero no lo integra.

El cálculo de los precios es el resultado de sumar los costes, los gastos generales y el beneficio industrial.

### **3.5 Precios Contradictorios**

Se producen cuando la propiedad mediante el ingeniero introduce unidades o cambios de calidad en alguna de las unidades previstas o bien es necesario afrontar situaciones imprevistas. Los contratistas están obligados a efectuar los cambios. El precio se resolverá entre los contratistas y el ingeniero antes de comenzar la ejecución de los trabajos.

### **3.6 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.

### **3.7 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.

### **3.8 Gastos generales y fiscales**

Se establecen en un 13% 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 de Honorarios de la Dirección Técnica y Facultativa.
- Gastos Fiscales.

### **3.9 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 3% calculado sobre los precios de ejecución material.

### **3.10 Beneficio industrial**

Se establece en una cuantía del 6% calculado sobre los precios de ejecución material.

### **3.11 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.

### **3.12 Gastos por cuenta del contratista**

Serán por cuenta del Contratista, entre otros, los gastos que a continuación se detallan:

### **3.13 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.

### **3.14 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.

### **3.15 Energía eléctrica**

En caso de que fuese necesario el Contratista dispondrá los medios adecuados para producir la energía eléctrica en Obra.

### **3.16 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.

### **3.17 Accesos**

Serán por cuenta del Contratista de cuantos trabajos requieran los accesos para el abastecimiento de las Obras, así como tasas y permisos, debiendo reparar, al finalizar la Obra, aquellos que por su causa quedaron deteriorados.

### **3.18 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.

### **3.19 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.

### **3.20 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 3% 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.

### **3.21 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.

### **3.22 Abono de las obras**

El abono de los trabajos ejecutados, se efectuará previa medición periódica (según intervalo de tiempo que se acuerde) y aplicando al total de las diversas unidades de Obra ejecutadas, al precio invariable estipulado de antemano, para cada una de ellas, siempre y cuando se hayan realizado con sujeción a los documentos que constituyen el proyecto.

### **3.23 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 4.5% 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.

### **3.24 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.

### **3.25 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 las mismas, 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. Pliego de Condiciones Técnicas Particulares**

##### **4.1 Prescripciones Técnicas Particulares Instalación Eléctrica**

###### **4.1.1 Calidad de los materiales**

###### **4.1.1.1 Generalidades**

Todos los materiales empleados en la ejecución de la instalación tendrán, como mínimo, las características especificadas en este Pliego de Condiciones, empleándose siempre materiales homologados según las normas UNE citadas en la instrucción ITCBT-02 que les sean de aplicación y llevarán el marcado CE de conformidad.

Los materiales y equipos empleados en la instalación deberán ser utilizados en la forma y con la finalidad para la que fueron fabricados. Los incluidos en el campo de aplicación de la reglamentación de trasposición de las Directivas de la Unión Europea deberán cumplir con lo establecido en las mismas.

En lo no cubierto por tal reglamentación, se aplicarán los criterios técnicos preceptuados por el presente reglamento (REBT 2002). En particular, se incluirán, junto con los equipos y materiales, las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso, debiendo marcarse con las siguientes indicaciones mínimas:

- Identificación del fabricante, representante legal o responsable de la comercialización.
- Marca y modelo.
- Tensión y potencia (o intensidad) asignadas.
- Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

###### **4.1.1.2. Conductores y sistemas de canalización**

###### **Conductores eléctricos**

Antes de la instalación de los conductores, el instalador deberá facilitar, para

cada uno de los materiales a utilizar, un certificado del fabricante que indique el cumplimiento de las normas UNE en función de los requerimientos de cada una de las partes de la instalación.

En caso de omisión por parte del instalador de lo indicado en el párrafo anterior, quedará a criterio de la dirección facultativa el poder rechazar lo ejecutado con dichos materiales, en cuyo caso el instalador deberá reponer los materiales rechazados sin sobrecargo alguno, facilitando antes de su reposición dichos certificados.

Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento:

- Negro, gris, marrón para los conductores de fase o polares.
- Azul claro para el conductor neutro.
- Amarillo - verde para el conductor de protección.
- Rojo para el conductor de los circuitos de mando y control.

#### **Conductores de neutro**

La sección del conductor de neutro, según la Instrucción ITC-BT-19 en su apartado 2.2.2, en instalaciones interiores, y para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y los posibles desequilibrios, será como mínimo igual a la de las fases. Para el caso de redes aéreas o subterráneas de distribución en baja tensión, las secciones a considerar serán las siguientes:

- Con dos o tres conductores: igual a la de los conductores de fase.
- Con cuatro conductores: mitad de la sección de los conductores de fase, con un mínimo de 10 mm<sup>2</sup> para cobre y de 16 mm<sup>2</sup> para aluminio.

#### **Conductores de protección**

Cuando la conexión de la toma de tierra se realice en el nicho de la caja general de protección y medida (CGPM), por la misma conducción por donde discurra la línea general de alimentación se dispondrá el correspondiente conductor de protección.

Según la Instrucción ITC-BT-26, en su apartado 6.1.2, los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por la misma canalización que éstos y su sección será la indicada en la Instrucción ITC-BT-19 en su apartado 2.3.

Los conductores de protección desnudos no estarán en contacto con elementos combustibles. En los pasos a través de paredes o techos estarán protegidos por un tubo de adecuada resistencia, que será, además, no conductor y difícilmente combustible cuando atraviese partes combustibles del edificio.

Los conductores de protección estarán convenientemente protegidos contra el deterioro mecánico y químico, especialmente en los pasos a través de elementos de la construcción.

Las conexiones en estos conductores se realizarán por medio de empalmes soldados sin empleo de ácido, o por piezas de conexión de apriete por rosca. Estas piezas serán de material inoxidable, y los tornillos de apriete estarán provistos de un dispositivo que evite su desapriete.

Se tomarán las precauciones necesarias para evitar el deterioro causado por efectos electroquímicos cuando las conexiones sean entre metales diferentes.

### **Tubos protectores**

Los tubos deberán soportar, como mínimo, sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

- 60°C para los tubos aislantes constituidos por policloruro de vinilo o polietileno.
- 70°C para los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado.

Los diámetros exteriores mínimos y las características mínimas para los tubos en función del tipo de instalación y del número y sección de los cables a conducir, se indican en la Instrucción ITC-BT-21, en su apartado 1.2. El diámetro interior mínimo de los tubos deberá ser declarado por el fabricante.

#### **4.1.1.3 Derivaciones individuales**

Los conductores a utilizar estarán formados por:

- Derivación individual trifásica enterrada bajo tubo para instalaciones industriales, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) 4G70 mm<sup>2</sup> + 1G35 mm<sup>2</sup>, bajo tubo protector de PVC rígido, blindado.

Según la Instrucción ITC BT 16, con objeto de satisfacer las disposiciones tarifarias vigentes, se deberá disponer del cableado necesario para los circuitos de mando y control. El color de identificación de dicho cable será el rojo, y su sección mínima será de 1´5 mm<sup>2</sup>.

#### **4.1.1.4 Instalación interior**

Los conductores eléctricos empleados en la ejecución de los circuitos interiores estarán formados por:

- Red eléctrica de distribución interior de la nave industrial compuesta de: canalización con tubo protector; cableado con conductores de cobre; mecanismos (tecla o tapa y marco: blanco; embellecedor: blanco) y monobloc de superficie (IP55).

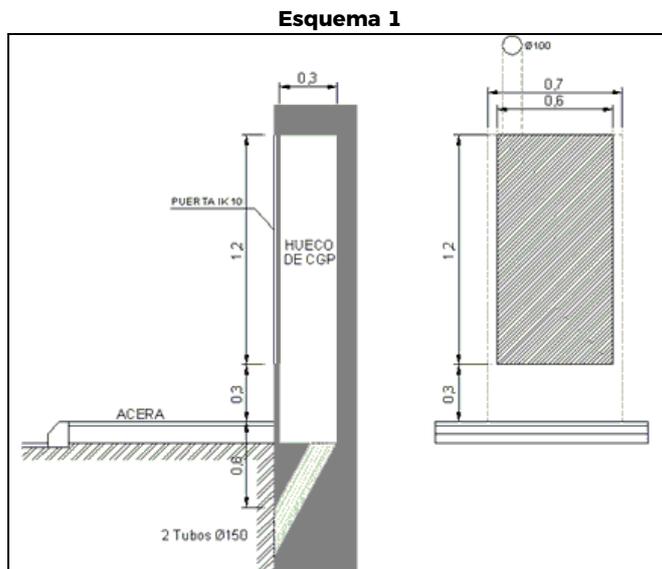
### **4.1.2 Normas de ejecución de las instalaciones**

#### **4.1.2.1 Cajas Generales de Protección**

##### **Caja general de protección**

El neutro estará constituido por una conexión amovible situada a la izquierda de las fases y dispondrá de un borne de conexión a tierra para su refuerzo.

La parte inferior de la puerta se encontrará, al menos, a 30 cm del suelo, tal y como se indica en el siguiente esquema:



Su situación será aquella que quede más cerca de la red de distribución pública, quedando protegida adecuadamente de otras instalaciones de agua, gas, teléfono u otros servicios, según se indica en las instrucciones ITC-BT-06 y ITC-BT-07.

Las cajas generales de protección (CGP) se situarán en zonas de libre acceso permanente. Si la fachada no linda con la vía pública, la CGP se situará en el límite entre las propiedades pública y privada.

En este caso, se situarán en el linde de la parcela con la vía pública, según se refleja en el documento 'Planos'.

Las cajas generales de protección contarán con un borne de conexión para su puesta a tierra.

#### **4.1.2.2 Sistemas de canalización**

##### **Prescripciones generales**

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local dónde se efectúa la instalación.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad 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 desee 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 indicados en la norma UNE EN 5086-2-2

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, y que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 m. El número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no será superior a tres. Los conductores se alojarán 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.

Cuando los tubos estén constituidos por materias susceptibles de oxidación, y cuando hayan recibido durante el curso de su montaje algún trabajo de mecanización, se aplicará a las partes mecanizadas pintura antioxidante.

Igualmente, en el caso de utilizar tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en el interior de los mismos, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación de agua en los puntos más bajos de ella y, si fuera necesario, estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el empleo de una "te" dejando uno de los brazos sin utilizar.

Cuando los tubos metálicos deban ponerse a tierra, su continuidad eléctrica quedará 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 m.

No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

### **Tubos en montaje superficial**

Cuando los tubos se coloquen 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, 0,50 m. 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 adaptándolos a la superficie sobre la que se instalan, curvándolos o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo con respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2%.
- Es conveniente disponer los tubos normales, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,5 m sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos de los mismos separados

entre sí 5 cm aproximadamente, uniéndose posteriormente mediante manguitos deslizantes con una longitud mínima de 20 cm.

### **Tubos empotrados**

Cuando los tubos se coloquen empotrados se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- La instalación de tubos empotrados será admisible cuando su puesta en obra se efectúe después de terminados los trabajos de construcción y de enfoscado de paredes y techos, pudiendo el enlucido de los mismos aplicarse posteriormente.
- Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 cm de espesor, como mínimo, del revestimiento de las paredes o techos. En los ángulos, el espesor puede reducirse a 0.5 cm.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados, o bien provistos de codos o "tes" 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. Igualmente, en el caso de utilizar tubos normales empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 cm, como máximo, del suelo o techo, y los verticales a una distancia de los ángulos o esquinas no superior a 20 cm.

### **Línea general de alimentación**

Cuando la línea general de alimentación discorra verticalmente, lo hará por el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica empotrado o adosado al hueco de la escalera por lugares de uso común, salvo que dichos recintos sean protegidos, conforme a lo establecido en el CTE DB SI.

La canaladura o conducto será registrable y precintable en cada planta, con cortafuegos al menos cada tres plantas. Sus paredes tendrán una resistencia al fuego de EI 120 según CTE DB SI. Las dimensiones mínimas del conducto serán de 30x30 cm. y se destinará única y exclusivamente a alojar la línea general de alimentación y el conductor de protección.

Las tapas de registro tendrán una resistencia al fuego EI2 60 conforme al CTE DB SI y no serán accesibles desde la escalera o zona de uso común cuando estos sean recintos protegidos.

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Cuando el tramo vertical no comunique plantas diferentes, no será necesario realizar dicho tramo en canaladura, sino que será suficiente colocarlo directamente

empotrado o en superficie, estando alojados los conductores bajo tubo o canal protectora.

### Derivaciones individuales

Los diámetros exteriores nominales mínimos de los tubos en derivaciones individuales serán de 32 mm. Cuando, por coincidencia del trazado, se produzca una agrupación de dos o más derivaciones individuales, éstas podrán ser tendidas simultáneamente en el interior de un canal protector mediante cable con cubierta.

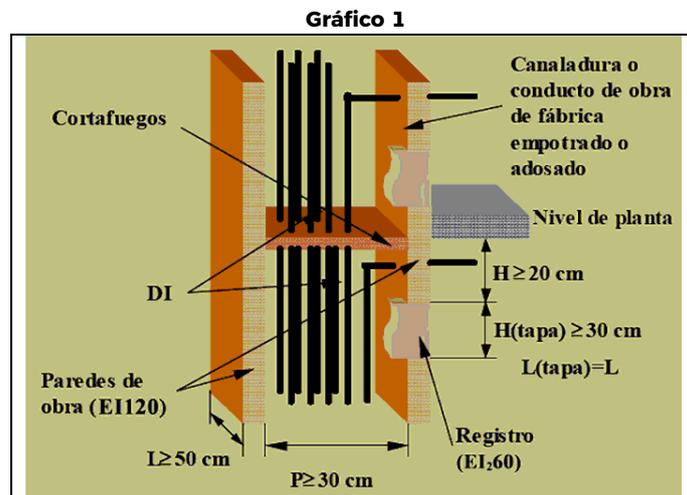
En cualquier caso, para atender posibles ampliaciones, se dispondrá de un tubo de reserva por cada diez derivaciones individuales o fracción, desde las concentraciones de contadores hasta las viviendas o locales.

Las derivaciones individuales deberán discurrir por lugares de uso común. Si esto no es posible, quedarán determinadas sus servidumbres correspondientes.

Cuando las derivaciones individuales discurran verticalmente, se alojarán en el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica con paredes de resistencia al fuego EI 120, preparado exclusivamente para este fin. Este conducto podrá ir empotrado o adosado al hueco de escalera o zonas de uso común, salvo cuando sean recintos protegidos, conforme a lo establecido en el CTE DB SI.

Se dispondrán, además, elementos cortafuegos cada 3 plantas y tapas de registro precintables de la dimensión de la canaladura y de resistencia al fuego EI2 60 conforme al CTE DB SI.

La altura mínima de las tapas de registro será de 0,30 m y su anchura igual a la de la canaladura. Su parte superior quedará instalada, como mínimo, a 0,20 m del techo, tal y como se indica en el gráfico siguiente:



Las dimensiones de la canaladura vendrán dadas por el número de tubos protectores que debe contener. Dichas dimensiones serán las indicadas en la tabla siguiente:

| Nº de derivaciones | Anchura L (m)                    |                                   |
|--------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
|                    | Profundidad P = 0,15m (Una fila) | Profundidad P = 0,30m (Dos filas) |
| Hasta 12           | 0.65                             | 0.50                              |
| 13 - 24            | 1.25                             | 0.65                              |
| 25 - 36            | 1.85                             | 0.95                              |
| 37 - 48            | 2.45                             | 1.35                              |

Para más derivaciones individuales de las indicadas se dispondrá el número de conductos o canaladuras necesario.

Los sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios y serán 'no propagadores de la llama'. Los elementos de conducción de cables, de acuerdo con las normas UNE-EN 50085-1 y UNE-EN 50086-1, cumplen con esta prescripción.

#### **4.1.2.3 Centralización de contadores**

Las centralizaciones de contadores estarán concebidas para albergar los aparatos de medida, mando, control (ajeno al ICP) y protección de todas y cada una de las derivaciones individuales que se alimentan desde la propia concentración.

Cuando existan envolventes, estarán dotadas de dispositivos precintables que impidan cualquier manipulación interior, pudiendo constituir uno o varios conjuntos.

Los elementos constituyentes de la centralización que lo precisen estarán marcados de forma visible para permitir una fácil y correcta identificación del suministro a que corresponden.

La centralización de contadores estará formada por módulos destinados a albergar los siguientes elementos:

- Interruptor omnipolar de corte en carga.
- Embarrado general.
- Fusibles de seguridad.
- Aparatos de medida.
- Embarrado general de protección.
- Bornes de salida y puesta a tierra.
- Contador de servicios generales.

Sobre el módulo que aloja al interruptor omnipolar se colocará el módulo correspondiente a los servicios generales.

Se utilizarán materiales y conductores no propagadores de la llama y con emisión de humos y opacidad reducida conforme a la norma UNE 21027-9 (si el material es termoestable) o a la norma UNE 211002 (si el material es termoplástico).

Dispondrán, además, del cableado necesario para los circuitos de mando y control con el objetivo de satisfacer las disposiciones tarifarias vigentes. El cable tendrá las mismas características que las indicadas en el párrafo anterior, su color será rojo y tendrá una sección de 1,5 mm<sup>2</sup>.

Cumplirá las siguientes condiciones:

- Estará situado en la planta baja, entresuelo o primer sótano del edificio (salvo cuando existan centralizaciones por planta), empotrado o adosado sobre un paramento de la zona común de la entrada, lo más próximo a ella y a la canalización para las derivaciones individuales.
- No tendrá bastidores intermedios que dificulten la instalación o lectura de los contadores y demás dispositivos.
- Desde la parte más saliente del armario hasta la pared opuesta deberá respetarse un pasillo de 1,5 m como mínimo.
- Los armarios tendrán una característica para llamas mínima E 30.
- Las puertas de cierre dispondrán de la cerradura normalizada por la empresa suministradora.
- Dispondrá de ventilación e iluminación suficiente. En sus inmediaciones se instalará un extintor móvil, de eficacia mínima 21B, cuya instalación y mantenimiento será a cargo de la propiedad del edificio. Igualmente, se colocará una base de enchufe (toma de corriente) con toma de tierra de 16 A para servicios de mantenimiento.

Los recintos cumplirán, además, con las condiciones técnicas especificadas por la compañía suministradora, y su situación será la reflejada en el documento 'Planos'.

Las dimensiones de los módulos componentes de la centralización se indican a continuación, siendo el número de módulos, en cada caso, el indicado en los puntos anteriores.

#### **4.1.2.4 Cajas de empalme y derivación**

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante o, si son metálicas, protegidas contra la corrosión.

Sus dimensiones serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener, y su profundidad equivaldrá, cuanto menos, al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm para su profundidad y 80 mm para el diámetro o lado interior.

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 por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los mismos, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Puede permitirse, asimismo, la utilización de bridas de conexión. Las uniones deberán realizarse siempre en el interior de cajas de empalme o de derivación.

Si se trata de cables deberá cuidarse al hacer las conexiones que la corriente se reparta por todos los alambres componentes, y si el sistema adoptado es de tornillo de apriete entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica, los conductores de sección superior a 6 mm<sup>2</sup> deberán conectarse por medio de terminales adecuados, comprobando siempre que las conexiones no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

Para que no pueda ser destruido el aislamiento de los conductores por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien convenientemente mecanizados, y si se trata de tubos metálicos con aislamiento interior, este último sobresaldrá unos milímetros de su cubierta metálica.

#### **4.1.2.5 Aparatos de mando y maniobra**

Los aparatos de mando y maniobra (interruptores y conmutadores) serán de tipo cerrado y material aislante, cortarán la corriente máxima del circuito en que están colocados sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, y no podrán tomar una posición intermedia.

Las piezas de contacto tendrán unas dimensiones tales que la temperatura no pueda exceder de 65°C en ninguna de ellas.

Deben poder realizarse del orden de 10.000 maniobras de apertura y cierre a la intensidad y tensión nominales, que estarán marcadas en lugar visible.

#### **4.1.2.6 Aparatos de protección**

##### **Protección contra sobrecargas**

Los conductores activos deben estar protegidos por uno o varios dispositivos de corte automático contra las sobrecargas y contra los cortocircuitos.

##### **Aplicación**

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluido el conductor neutro, estarán protegidos contra las sobrecargas (sobrecargas y cortocircuitos).

##### **Protección contra sobrecargas**

Los dispositivos de protección deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que pueda provocar un calentamiento perjudicial al aislamiento, a las conexiones, a las extremidades o al medio ambiente en las canalizaciones.

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

### **Protección contra cortocircuitos**

Deben preverse dispositivos de protección para interrumpir toda corriente de cortocircuito antes de que ésta pueda resultar peligrosa debido a los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

### **Situación y composición**

Se instalarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local o vivienda del abonado. Se establecerá un cuadro de distribución de donde partirán los circuitos interiores, y en el que se instalará un interruptor general automático de corte omnipolar que permita su accionamiento manual y que esté dotado de dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local, y un interruptor diferencial destinado a la protección contra contactos indirectos.

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.

### **Normas aplicables**

#### **Pequeños interruptores automáticos (PIA)**

Los interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades se ajustarán a la norma UNE-EN 60-898.

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos con corte al aire, de tensión asignada hasta 440 V (entre fases), intensidad asignada hasta 125 A y poder de corte nominal no superior a 25000 A.

Los valores normalizados de las tensiones asignadas son:

- 230 V Para los interruptores automáticos unipolares y bipolares.
- 230/400 V Para los interruptores automáticos unipolares.
- 400 V Para los interruptores automáticos bipolares, tripolares y tetrapolares.

Los valores 240 V, 240/415 V y 415 V respectivamente, son también valores normalizados.

Los valores preferenciales de las intensidades asignadas son: 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125 A.

El poder de corte asignado será: 1500, 3000, 4500, 6000, 10000 y por encima 15000, 20000 y 25000 A.

La característica de disparo instantáneo de los interruptores automáticos vendrá determinada por su curva: B, C o D.

Cada interruptor debe estar marcado, de forma visible e indeleble, con las siguientes indicaciones:

- La corriente asignada, sin el símbolo A, precedido del símbolo de la característica de disparo instantáneo (B, C o D), por ejemplo B16.
- Poder de corte asignado en amperios, dentro de un rectángulo, sin indicación del símbolo de las unidades.
- Clase de limitación de energía, si es aplicable.

Los bornes destinados exclusivamente al neutro, deben estar marcados con la letra "N".

### **Interruptores automáticos de baja tensión**

Los interruptores automáticos de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-947-2: 1996.

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna, o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas, los métodos de fabricación y el empleo previsto de los interruptores automáticos.

Cada interruptor automático debe estar marcado, de forma visible e indeleble, con las siguientes indicaciones:

- Intensidad asignada ( $I_n$ ).
- Capacidad para el seccionamiento, si ha lugar.
- Indicaciones de las posiciones de apertura y de cierre respectivamente por O y I, si se emplean símbolos.

También llevarán marcado aunque no sea visible en su posición de montaje, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse, y el símbolo que indique las características de desconexión, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

## **Fusibles**

Los fusibles de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-269-1:1998.

Esta norma se aplica a los fusibles con cartuchos fusibles limitadores de corriente, de fusión encerrada y que tengan un poder de corte igual o superior a 6 kA.

Destinados a asegurar la protección de circuitos, de corriente alterna y frecuencia industrial, en los que la tensión asignada no sobrepase 1000 V, o los circuitos de corriente continua cuya tensión asignada no sobrepase los 1500 V.

Los valores de intensidad para los fusibles expresados en amperios deben ser:  
2,  
4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250.

Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido construidos.

## **Interruptores con protección incorporada por intensidad diferencial residual**

Los interruptores automáticos de baja tensión con dispositivos reaccionantes bajo el efecto de intensidades residuales se ajustarán al anexo B de la norma UNE-EN 60-947-2:1996.

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas.

Los valores preferentes de intensidad diferencial residual de funcionamiento asignada son: 0.006A, 0.01A, 0.03A, 0.1A, 0.3A, 0.5A, 1A, 3A, 10A, 30A.

## **Características principales de los dispositivos de protección**

Los dispositivos de protección cumplirán las condiciones generales siguientes:

- Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentando el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.
- Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Permitirán su sustitución con la instalación bajo tensión sin peligro alguno.
- Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger, respondiendo en su funcionamiento a las curvas intensidad-tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocadas, sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos, sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre.

Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en

el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito, y que sean de características coordinadas con las del interruptor automático.

- Los interruptores diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación, y de lo contrario deberán estar protegidos por fusibles de características adecuadas.

### **Protección contra sobretensiones de origen atmosférico**

Según lo indicado en la Instrucción ITC BT 23 en su apartado 3.2: Cuando una instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados, se considera necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación.

El nivel de sobretensiones puede controlarse mediante dispositivos de protección contra las sobretensiones colocados en las líneas aéreas (siempre que estén suficientemente próximos al origen de la instalación) o en la instalación eléctrica del edificio.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

En redes TT, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

### **Protección contra contactos directos e indirectos**

Los medios de protección contra contactos directos e indirectos en instalación se ejecutarán siguiendo las indicaciones detalladas en la Instrucción ITC BT 24, y en la Norma UNE 20.460 -4-41.

La protección contra contactos directos consiste en tomar las medidas destinadas a proteger a las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos. Los medios a utilizar son los siguientes:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

Se utilizará el método de protección contra contactos indirectos por corte de la alimentación en caso de fallo, mediante el uso de interruptores diferenciales.

La corriente a tierra producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 s.

Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz, a:

- 24 V en los locales o emplazamientos húmedos o mojados.
- 50 V en los demás casos.

Todas las masas de una misma instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra.

Como dispositivos de corte por intensidad de defecto se emplearán los interruptores diferenciales.

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$R \leq \frac{V_c}{I_s}$$

siendo:

- R Resistencia de puesta a tierra (ohm).
- V<sub>c</sub> Tensión de contacto máxima (24V en locales húmedos y 50V en los demás casos).
- I<sub>s</sub> Sensibilidad del interruptor diferencial (valor mínimo de la corriente de defecto, en A, a partir del cual el interruptor diferencial debe abrir automáticamente, en un tiempo conveniente, la instalación a proteger).

#### **4.1.2.7 Instalación de puesta a tierra**

Estará compuesta de toma de tierra, conductores de tierra, borne principal de tierra y conductores de protección. Se ejecutará según lo especificado en la Instrucción ITC-BT-18.

#### **Naturaleza y secciones mínimas**

Los materiales que aseguren la puesta a tierra serán tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.
- 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.
- En todos los casos, los conductores de protección que no formen parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección de, al menos, 2,5 mm<sup>2</sup> si disponen de protección mecánica y 4 mm<sup>2</sup> si no disponen de ella.
- Las secciones de los conductores de protección y de los conductores de tierra están definidas en la Instrucción ITC-BT-18.

#### **Tendido de los conductores**

Los conductores de tierra enterrados tendidos en el suelo se considera que forman parte del electrodo.

El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra, sus derivaciones y los conductores de protección, será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y el desgaste mecánico.

### **Conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y masas y con los electrodos**

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masas que se desea poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos, las conexiones deberán efectuarse por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión. Se prohíbe el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión tales como estaño, plata, etc.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos cualesquiera que sean éstos. La conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se efectuará siempre por medio del borne de puesta a tierra. Los contactos deben disponerse limpios, sin humedad y en forma tal que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicos las conexiones efectuadas.

Deberá preverse la instalación de un borne principal de tierra, al que irán unidos los conductores de tierra, de protección, de unión equipotencial principal y en caso de que fuesen necesarios, también los de puesta a tierra funcional.

### **Prohibición de interrumpir los circuitos de tierra**

Se prohíbe intercalar en circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Sólo se permite disponer un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma de tierra.

#### **4.1.2.8 Alumbrado**

##### **Alumbrados especiales**

Los puntos de luz del alumbrado especial deberán repartirse entre, como mínimo, dos líneas diferentes, con un número máximo de 12 puntos de luz por línea, estando protegidos dichos circuitos por interruptores automáticos de 10 A de intensidad nominal como máximo.

Las canalizaciones que alimenten los alumbrados especiales se dispondrán a 5 cm como mínimo de otras canalizaciones eléctricas cuando se instalen sobre paredes o empotradas en ellas, y cuando se instalen en huecos de la construcción estarán separadas de ésta por tabiques incombustibles no metálicos.

Deberán ser provistos de alumbrados especiales los siguientes locales:

- Con alumbrado de emergencia: Los locales de reunión que puedan albergar a 100 personas o más, los locales de espectáculos y los establecimientos

sanitarios, los establecimientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan al exterior o hasta las zonas generales del edificio.

- Con alumbrado de señalización: Los estacionamientos subterráneos de vehículos, teatros y cines en sala oscura, grandes establecimientos comerciales, casinos, hoteles, establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en que la iluminación natural de luz solar no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 lux.

- Con alumbrado de reemplazamiento: En quirófanos, salas de cura y unidades de vigilancia intensiva de establecimientos sanitarios.

### **Alumbrado general**

Las redes de alimentación para puntos de luz con lámparas o tubos de descarga deberán estar previstas para transportar una carga en voltamperios al menos igual a 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga que alimentan. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.

Si se alimentan con una misma instalación lámparas de descarga y de incandescencia, la potencia a considerar en voltamperios será la de las lámparas de incandescencia más 1,8 veces la de las lámparas de descarga.

Deberá corregirse el factor de potencia de cada punto de luz hasta un valor mayor o igual a 0,90, y la caída máxima de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación de alumbrado, no será superior al 3%.

Los receptores consistentes en lámparas de descarga serán accionados por interruptores previstos para cargas inductivas, o en su defecto, tendrán una capacidad de corte no inferior al doble de la intensidad del receptor. Si el interruptor acciona a la vez lámparas de incandescencia, su capacidad de corte será, como mínimo, la correspondiente a la intensidad de éstas más el doble de la intensidad de las lámparas de descarga.

En instalaciones para alumbrado de locales donde se reúna público, el número de líneas deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en dicho local.

#### **4.1.2.9 Motores**

Según lo establecido en la instrucción ITC-BT-47, los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de éstas.

Para evitar un calentamiento excesivo, los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125% de la intensidad a plena carga del motor. En el caso de que los conductores de conexión alimenten a varios motores, estos estarán dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y sobrecargas en sus fases. En los motores trifásicos, además, debe estar cubierto el riesgo de falta de tensión en una de sus fases.

#### **4.1.3 Servicios Especiales**

##### **4.1.3.1 Instalación Telefónica**

En el caso de que se instale teléfono, irá compuesto por:

- Cajas de regletas de los tipos normalizados por la C.T.N.E.
- Canalizaciones principales en pisos saliendo de las cajas de regletas anteriores, tubos de 16 mm con hilo guía para distribución (según normas de la C.T.N.E.).
- Cajas para aparatos telefónicos con tapa de salida de hilo, homologado por la C.T.N.E.
- El cableado será realizado por la C.T.N.E.

##### **4.1.3.2 Instalación de radio y televisión**

Todo el material, como antenas, cables, cajas de tomas y derivación, amplificadores y mezcladores serán del tipo homologado por la Dirección General de Radiodifusión y Televisión. El material, así como la ejecución de las instalaciones, será el adecuado para el buen funcionamiento de las instalaciones.

##### **4.1.3.3. Relación con otras instalaciones**

Las canalizaciones eléctricas mantendrán una separación mínima de 3 cm con otras instalaciones y no se situarán paralelamente por debajo de otras.

Se dejará suficiente separación con los tubos de calefacción y agua caliente para evitar un recalentamiento excesivo de las canalizaciones eléctricas.

De igual modo se dejará suficiente separación entre las canalizaciones y las chimeneas, de modo que se evite el aumento excesivo de temperatura en las conducciones.

##### **4.1.3.4 Normas generales de montaje**

Las instalaciones se realizarán siguiendo las prácticas normales para obtener un buen funcionamiento, por lo que se respetarán las especificaciones e instrucciones de las empresas suministradoras.

El montaje de la instalación se realizará ajustándose a las indicaciones y planos del proyecto.

Cuando en la obra sea necesario hacer modificaciones en estos planos o condiciones previstas o sustituir por otros los aparatos aprobados, se solicitará permiso a la Dirección Facultativa.

En todos los equipos se dispondrán las protecciones pertinentes para evitar accidentes. En aquellas partes móviles de las máquinas y motores se dispondrán

envolventes o rejillas metálicas de protección.

Durante el proceso de la instalación se protegerán debidamente todos los aparatos, colocándose tapones o cubiertas den las tuberías que vayan a quedar abiertas durante algún tiempo.

Una vez finalizado el montaje se procederá a la limpieza total de los tubos tanto exterior como interiormente.

Todos los elementos de la instalación como válvulas, motores y controles se montarán de forma que sea fácilmente accesible para su revisión, reparación o sustitución.

#### **4.1.3.5 Acabado y remates finales**

El instalador efectuará a su cargo todos los remates finales para la perfecta terminación de la instalación eléctrica según pliego de condiciones y juicio de la Dirección, comprendiendo este trabajo en general:

- La reconstrucción total o parcial de máquinas estropeadas, por su causa o por causa ajena.
- Limpieza total o pintura de canalizaciones, luces, cuadros, controles, etc.
- Protección contra posibles oxidaciones en puntos críticos.
- Ajuste de relés y automatismo en general.
- Letreros, placas, y demás elementos aclaratorios de funcionamiento.

Estos remates afectan a toda la instalación, es decir, la base de proyecto más las posibles ampliaciones, modificaciones y cambios que se realicen a lo largo de la obra.

#### **4.1.3.6 Pruebas reglamentarias**

##### **4.1.3.6.1 Comprobación de la puesta a tierra**

La instalación de toma de tierra será comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación. Se dispondrá de al menos un punto de puesta a tierra accesible para poder realizar la medición de la puesta a tierra.

##### **4.1.3.6.2 Resistencia de aislamiento**

Las instalaciones eléctricas deberán presentar una resistencia de aislamiento, expresada en ohmios, por lo menos igual a  $1000 \cdot U$ , siendo 'U' la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y no inferior a 250.000 ohmios.

El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante la aplicación de una tensión continua suministrada por un generador que proporcione en vacío una tensión comprendida entre 500 y 1000 V y, como mínimo, 250 V con una carga externa de 100.000 ohmios.

#### **4.1.3.7 Prueba y recepción**

El coste de todas las pruebas necesarias para satisfacer requerimientos de los organismos oficiales o que necesite el instalador para sus propios fines será satisfecho por el instalador a su cargo.

A la terminación de la obra, antes de la aceptación final, se efectuarán por el instalador a cargo y en presencia de la Dirección de Obra, pruebas finales de su aislamiento, continuidad de circuitos, resistencia a cortocircuitos, reparto de cargas y funcionamiento en general de toda la instalación, en la forma que establezca la Dirección de Obra, la cual será avisada para ello, con al menos una semana de anticipación sobre la fecha en que pueda efectuarse tales ensayos.

#### **4.1.3.8 Puesta en marcha de la instalación**

La instalación eléctrica se entenderá terminada cuando se haya puesto en marcha y probado en carga real, es decir, alimentando los equipos mecánicos de alumbrado, etc., proyectados. Esta condición incluye específicamente el realizar las pruebas de puesta en marcha por vez primera no solo del alumbrado y equipos de responsabilidad y suministro 100% del instalador electricista, sino también de los motores y equipos de otros instaladores que precisen energía de la red eléctrica. En tales equipos la puesta en marcha se hará conjuntamente con los instaladores, hasta dejar los equipos funcionando satisfactoriamente con los fusibles y relés ajustados correctamente y las luces de señalización e indicadores mecánicos en orden.

#### **4.1.3.9 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad**

La propiedad recibirá, a la entrega de la instalación, planos definitivos del montaje de la instalación, valores de la resistencia a tierra obtenidos en las mediciones, y referencia del domicilio social de la empresa instaladora.

No se podrá modificar la instalación sin la intervención de un Instalador Autorizado o Técnico Competente, según corresponda.

Cada cinco años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como sus intensidades nominales en relación con la sección de los conductores que protegen.

Las instalaciones del garaje serán revisadas anualmente por instaladores autorizados libremente elegidos por los propietarios o usuarios de la instalación. El instalador extenderá un boletín de reconocimiento de la indicada revisión, que será entregado al propietario de la instalación, así como a la delegación correspondiente del Ministerio de Industria y Energía.

Personal técnicamente competente comprobará la instalación de toma de tierra en la época en que el terreno esté más seco, reparando inmediatamente los defectos que pudieran encontrarse.

## **5 Prescripciones Técnicas Particulares Instalación**

### **Neumática**

#### **5.1 Objetivo**

Es objetivo del presente pliego, es el establecer las condiciones de índole general, que se regirán a la hora de la adquisición de materiales y maquinaria que describe en el presente pliego, así como complementar las disposiciones que contenga el pliego de bases del procedimiento de adjudicación.

También el objetivo del presente pliego el de describir las condiciones técnicas y actividades específicas que deben ser asumidas por las entidades a participar o adjudicatarias del contrato de suministro.

#### **5.2 Descripción**

El suministro que se integra en el procedimiento de adjudicación estará integrado por:

- Compresor.
- Tuberías.

#### **5.3 Compresor**

A la hora de elegir un compresor se ha de tener en cuenta como mínimo las siguientes especificaciones:

- El caudal de diseño tiene que estar entre el 60% y el 80% del caudal máximo que aporta el compresor.
- El compresor debe estar montado sobre depósito.
- El montaje del compresor se hará sobre bloques silent-block.
- Habrá que incorporar un refrigerador posterior y un secador a la instalación
- El nivel sonoro no podrá superar los 65 dB(A).
- La potencia máxima de consumo del compresor no deberá superar los 8 Kw.
- El tanque tendrá que tener una capacidad como mínimo de 500 litros.

#### **5.4. Tuberías**

- El material que se utilizará como primera opción para las tuberías rígidas deberá de ser de aluminio.
- Los accesorios de montaje (codos, derivaciones en T, válvulas, purgas, etc) deberán de ser de acoplamiento rápido para tener una fácil instalación.
- Las bridas de derivación deberán de ser de cuello de cisne en el interior para las derivaciones de los bajantes.

## 5.5 Instalación de las tuberías

Antes de comenzar la instalación habrá que comprobar que la zona en la que se pretende hacer la instalación de las tuberías de aire comprimido deberán de estar dentro de lo posible lo más accesibles, por lo que ha de evitarse su colocación dentro de paredes o en los conductos de difícil acceso al personal de mantenimiento.

Las derivaciones verticales hacia abajo no deben de terminar en toma para el consumidor, sino que deben de prolongarse un poco más con el fin de que el agua producida por la condensación no pase al aparato consumidor, sino que se acumule en el punto más bajo de esta derivación, para su respectiva evacuación.

Para esto se recomienda colocar purgas para acumular y evacuar el agua.

En las tomas de las tuberías de servicio con respecto a las secundarias, estas serán derivadas con bridas con cuello de cisne integrado, esto tiene como finalidad la de evitar el paso del condensado a la tubería de servicio, además será de fácil instalación y posteriores ampliaciones.

Habrà que tener en cuenta que la red de aire comprimido se subdivide en secciones mediante válvulas de bloqueo, de este modo se podrán realizar trabajos de mantenimiento y reparaciones sin tener que cortar toda la red de funcionamiento.

A la hora de proceder a la instalación del sistema de tubos de aire, debería llevarse a cabo de acuerdo con determinadas directrices. Se incluyen diversas recomendaciones que deberán de tener en cuenta para obtención de la seguridad, la fiabilidad y el rendimiento esperados del sistema de tubos de aire.

- Los codos y las derivaciones implican caídas de presión. Para evitar estas caídas de presión, se utilizarán conjuntos: que permiten modificar el sistema y evitar obstáculos.

- Se limitarán las reducciones excesivas de los diámetros de los tubos, que también implican caídas de presión.

- A la hora de la elección de elementos roscados habrá que tener en cuenta que estos componentes crean fugas cada vez mayores con el paso del tiempo, por lo que se tendrá que escoger bien los materiales que no se corroan a lo largo del tiempo.

- El aire deberá de ser lo más limpio posible para obtener un óptimo funcionamiento del sistema y que tenga un menor deterioro.

- Al ser una instalación larga, el tamaño del sistema influye directamente sobre el buen rendimiento de las herramientas: para que esto no suceda se escogerá el diámetro apropiado dependiendo del caudal requerido y la caída de presión aceptable.

- Para tener un fácil y correcto mantenimiento, no se pondrá ningún sistema bajo tierra, dentro de paredes o similares.

- Se instalarán los bajantes lo más cerca posible de las áreas de funcionamiento, para un mejor acceso a las herramientas, obteniendo el máximo caudal.

- Cuando se proceda a instalar los soportes de los tubos se hará de la forma siguiente: dos soportes por 3 m de longitud de tubo.

#### **5.1.6 Mantenimiento de las tuberías**

Para obtener una seguridad óptima de los operarios del lugar de trabajo, las reparaciones aéreas que se realicen con escaleras, estas deberán colocarse en una posición correcta siguiendo las pautas que se describen ahora:

- Deberá de estar completamente abierta en caso de tratarse de una escalera auto-estable.

- La posición de la escalera deberá formar un ángulo de  $75^\circ$  con el suelo en caso de ser una escalera de apoyo, por lo que se toda la maquinaria por la que transcurre la línea de aire comprimido deberá de estar separada de la pared un mínimo de 60 cm.

- Para las escaleras extensibles, el plegado y desplegado debe de realizarse del lado de subida de la escalera, no colocarse en el foco del peligro de desplome o caída de la misma al manipularla.

## **TRABAJO FIN DE GRADO**

### **INSTALACIONES DE UN TALLER DE MOTOCICLETAS**

#### **PRESUPUESTO**

**Titulación:** Grado de Ingeniería Mecánica

**Autor:** Donato Arbelo Hernández

**Tutora:** Beatriz Trujillo Martín



## ÍNDICE. PRESUPUESTO

|          |                                      |          |
|----------|--------------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>Mediciones y presupuesto.....</b> | <b>1</b> |
| 1.1      | Instalación Eléctrica .....          | 1        |
| 1.2      | Instalación Aire Comprimido.....     | 6        |
| 1.3      | Presupuesto final.....               | 7        |



**1 Mediciones y presupuesto**
**1.1 Instalación Eléctrica**
**Cableado - Presupuesto Instalación Eléctrica**

| <b>Cableado</b> |   |                       |                       |                    |
|-----------------|---|-----------------------|-----------------------|--------------------|
| <b>MARCA</b>    | <b>DESCRIPCIÓN</b>  | <b>CANTIDAD<br/>m</b> | <b>PRECIO<br/>€/m</b> | <b>TOTAL<br/>€</b> |
| RCT             | Cable RZ1 0,6/1 KV Cobre Flexible<br>Sección 1.5 mm <sup>2</sup><br>Unipolar. | 2214                  | 0,91                  | 2014,74            |
| RCT             | Cable RZ1 0,6/1 KV Cobre Flexible<br>Sección 2.5 mm <sup>2</sup><br>Unipolar. | 1683                  | 1,09                  | 1834,47            |
| RCT             | Cable RZ1 0,6/1 KV Cobre Flexible<br>Sección 6 mm <sup>2</sup><br>Unipolar.   | 550                   | 1,47                  | 808,15             |
| RCT             | Cable RZ1 0,6/1 KV Cobre Flexible<br>Sección 10 mm <sup>2</sup><br>Unipolar.  | 180                   | 2,02                  | 363,6              |
| RCT             | Cable RZ1 0,6/1 KV Cobre Flexible<br>Sección 16 mm <sup>2</sup><br>Unipolar.  | 405                   | 2,44                  | 988,2              |
| RCT             | Cable RZ1-k (AS) CPR<br>Sección: 35 mm <sup>2</sup>                           | 40                    | 5,98                  | 1913,6             |
| <b>TOTAL</b>    |   |                       | <b>7922,76 €</b>      |                    |

**Canalizaciones - Presupuesto Instalación Eléctrica -**

| <b>Canalizaciones</b> |   |                       |                       |                    |
|-----------------------|---|-----------------------|-----------------------|--------------------|
| <b>MARCA</b>          | <b>DESCRIPCIÓN</b>  | <b>CANTIDAD<br/>m</b> | <b>PRECIO<br/>€/m</b> | <b>TOTAL<br/>€</b> |
| Aiscan                | DP NORMAL (DBN)<br>Tubo aislante canalización enterrada<br>(EN/UNE 50086)<br>DN: 110 mm | 10                    | 7,69                  | 76,90              |
| AISCAN                | BGE<br>Tubo PVC rígido<br>Según UNE-EN 61386-21<br>DN: 16 mm                            | 1536                  | 0,92                  | 1531,20            |
| AISCAN                | BGE<br>Tubo PVC rígido<br>Según UNE-EN 61386-21<br>DN: 25 mm                            | 490                   | 1,09                  | 534,1              |
| AISCAN                | BGE<br>Tubo PVC rígido<br>Según UNE-EN 61386-21<br>DN: 32 mm                            | 64                    | 1,29                  | 82,56              |
| <b>TOTAL</b>          |   |                       | <b>2224,76 €</b>      |                    |

**Tomas de Tierra - Presupuesto Instalación Eléctrica**

| <b>Toma de Tierra</b> |  |                           |                           |                   |
|-----------------------|--|---------------------------|---------------------------|-------------------|
| <b>MARCA</b>          | <b>DESCRIPCIÓN</b>   | <b>CANTIDAD</b><br>m<br>u | <b>PRECIO</b><br>€/m<br>€ | <b>TOTAL</b><br>€ |
| -                     | Conductor de cobre desnudo 35 mm <sup>2</sup><br>Peso: 25kg<br>L: 82 m | 0                         | 0                         | 559,70            |
|                       |  | 2                         | 279,85                    |                   |
| -                     | Electrodo para red de Toma de Tierra<br>Acero<br>D: 15 mm<br>L: 2m     | 0                         | 0                         | 19,98             |
|                       |  | 2                         | 9,99                      |                   |
| -                     | Grilletes para toma pica de tierra                                     | 0                         | 0                         | 4'60              |
|                       |  | 2                         | 2,30                      |                   |
| <b>TOTAL</b>          |  |                           | <b>584'28 €</b>           |                   |

**Cajas - Presupuesto Instalación Eléctrica**

| <b>Cajas</b>          |  |                      |                    |                   |
|-----------------------|--|----------------------|--------------------|-------------------|
| <b>MARCA</b>          | <b>DESCRIPCIÓN</b>   | <b>CANTIDAD</b><br>u | <b>PRECIO</b><br>€ | <b>TOTAL</b><br>€ |
| Famatel               | Caja de registro<br>IP55<br>80x80 mm<br>Entradas 7 de máximo tubos de 20 mm<br>Superficie                                    | 10                   | 1,24               | 12,40             |
| Famatel               | Caja de registro<br>IP55<br>220x170 mm<br>Superficie   | 8                    | 4,27               | 34,16             |
| Famatel               | Caja de registro<br>IP55<br>100x100 mm<br>Superficie   | 10                   | 3,02               | 30,2              |
| Shneider-<br>Electric | Caja de distribución<br>Tapa Transparente<br>48 Módulos<br>IK09<br>IP40<br>Superficie<br>Borneros hasta 160 A<br>UNE 60439.3 | 1                    | 160,44             | 160,44            |
| Shneider-<br>Electric | Caja distribución<br>Tapa Transparente<br>13 Módulos<br>IK90<br>IP<br>40<br>Superficie<br>UNE 60439.3                        | 1                    | 24,55              | 24,55             |
| <b>TOTAL</b>          |  |                      | <b>261,75</b>      |                   |

**Protecciones - Presupuesto Instalación Eléctrica**

| <b>Protecciones</b>   |  |                 |                  |              |
|-----------------------|--|-----------------|------------------|--------------|
| <b>MARCA</b>          | <b>DESCRIPCIÓN</b>   | <b>CANTIDAD</b> | <b>PRECIO</b>    | <b>TOTAL</b> |
|                       |  | <b>u</b>        | <b>€</b>         | <b>€</b>     |
| Legrand               | Interruptor Automático<br>DPX 250<br>IN: 100 A<br>Un: 240 V / 690 V<br>Tripolar    | 1               | 339,50           | 339,50       |
| Shneider-<br>Electric | Magnetotérmico<br>Icu: 9 KA<br>Curva C<br>In: 10 A<br>Un: 240 V / 400 V<br>Bipolar | 15              | 79,99            | 1199,85      |
| Shneider-<br>Electric | Magnetotérmico<br>Icu: 9 KA<br>Curva C<br>In: 16 A<br>Un: 240 V<br>Bipolar         | 11              | 119,70           | 1316,70      |
| Shneider-<br>Electric | Magnetotérmico<br>Icu: 9 KA<br>Curva C<br>In: 16 A<br>Un: 400 V<br>Tripolar        | 4               | 66,97            | 267,88       |
| Shneider-<br>Electric | Magnetotérmico<br>Icu: 9 KA<br>Curva C<br>In: 25 A<br>Un: 240 V<br>Bipolar         | 1               | 128,80           | 128,80       |
| Shneider-<br>Electric | Magnetotérmico<br>Icu: 9 KA<br>Curva C<br>In: 40 A<br>Un: 400 V<br>Tripolar        | 1               | 159,30           | 159,30       |
| Shneider-<br>Electric | Diferencial<br>Id: 30mA<br>In: 16 A<br>Un: 240 V                                   | 15              | 108,90           | 1742,40      |
| Shneider-<br>Electric | Diferencial<br>Id: 30 mA<br>In: 16 A<br>Un: 400 V                                  | 1               | 77,42            | 77,42        |
| Shneider-<br>Electric | Diferencial<br>Id: 30 mA<br>In: 25 A<br>Un: 400 V                                  | 1               | 107,69           | 107,69       |
| Shneider-<br>Electric | Diferencial<br>Id: 30 mA<br>In: 40 A<br>Un: 400 V                                  | 1               | 116,16           | 116,16       |
| Shneider-<br>Electric | Diferencial<br>Id: 30mA<br>In: 63A<br>Un: 240 V                                    | 1               | 202,80           | 202,80       |
| <b>TOTAL</b>          |  |                 | <b>5658,50 €</b> |              |

**Interruptores - Tomas de Corriente - Presupuesto Instalación Eléctrica**

| <b>Interruptores - Tomas de Corriente</b> |  |                      |                    |                   |
|---|--|----------------------|--------------------|-------------------|
| <b>MARCA</b>                              | <b>DESCRIPCIÓN</b>   | <b>CANTIDAD</b><br>u | <b>PRECIO</b><br>€ | <b>TOTAL</b><br>€ |
| Famatel                                   | BOX 6 MODULES<br>Ref. Item 6406<br>6 Tomas de corriente 2 x 2P+T 16A/250V~ Sockets<br>1 x 3P+T 16A/380V~<br>495x125x107 mm<br>IP44<br>IK08<br>Normas: EN 61439-1 / EN 60439-3<br>EN 60309-1 / EN 60309-2<br>Superficie   | 3                    | 75,80              | 227,40            |
| Famatel                                   | CAJA BOX<br>Ref. Item 3064<br>153x110x63 mm<br>IP55<br>2 bases/sockets 2P+TTL, 16A/250V~<br>IK08<br>Normas: EN 62208<br>UNE 20315-1-1 / UNE 20315-1-2<br>Superficie  | 3                    | 10,78              | 32,34             |
| Famatel                                   | BOX 8 MODULES<br>Ref. Item 6502<br>8 Tomas de corriente 2 x 2P+TTL 16A/250V~<br>Sockets 2 x 2P+T 16A/250V~<br>508x230x150 mm<br>IP44<br>IK08<br>Normas: EN 61439-1 / EN 60439-3<br>EN 60309-1 / EN 60309-2<br>Superficie | 1                    | 118,34             | 118,34            |
| Legrand                                   | Plexo - Caja mural<br>IP 44<br>(2P+T) 16 A.<br>Superficie  | 37                   | 18,75              | 693,75            |
| Legrand                                   | Interruptores<br>IP 44<br>16 A<br>Superficie   | 17                   | 8,08               | 137,36            |
| Legrand                                   | Conmutador<br>IP 44<br>16 A<br>Superficie  | 8                    | 8,08               | 64,64             |
| <b>TOTAL</b>                              |  |                      | <b>1273,83</b>     |                   |

**Luminarias - Presupuesto Instalación Eléctrica**

| <b>Luminarias</b> |                    |                      |                    |                   |
|-------------------|--------------------|----------------------|--------------------|-------------------|
| <b>MARCA</b>      | <b>DESCRIPCIÓN</b> | <b>CANTIDAD</b><br>m | <b>PRECIO</b><br>€ | <b>TOTAL</b><br>€ |
| Philips           | WT470X L1600       | 28                   | 130,80             | 3662,40           |
| Philips           | DN130B             | 10                   | 79,99              | 799,90            |
| Philips           | CR150B             | 14                   | 98,39              | 1377,46           |
| <b>TOTAL</b>      |                    |                      | <b>5839,76</b>     |                   |

**Luminarias de Emergencia - Presupuesto Instalación Eléctrica**

| <b>Luminarias emergencia</b> |                    |                      |                    |                   |
|------------------------------|--------------------|----------------------|--------------------|-------------------|
| <b>MARCA</b>                 | <b>DESCRIPCIÓN</b> | <b>CANTIDAD</b><br>m | <b>PRECIO</b><br>€ | <b>TOTAL</b><br>€ |
| Daisa                        | IRIS LD 2N6        | 16                   | 142,12             | 2273,92           |
| Daisa                        | LENS 2N20          | 5                    | 101,2              | 506,00            |
| Daisa                        | IZAR N30 (EVC)     | 8                    | 76,74              | 613,92            |
| <b>TOTAL</b>                 |                    |                      | <b>3393,84</b>     |                   |

**PRESUPUESTO TOTAL INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

| <b>Alumbrado</b>                          |                   |
|---|-------------------|
|   | <b>PRCIO</b><br>€ |
| <b>Cableado</b>                           | <b>7922,76 €</b>  |
| <b>Canalizaciones</b>                     | <b>2224,76 €</b>  |
| <b>Toma de Tierra</b>                     | <b>584,28 €</b>   |
| <b>Cajas</b>                              | <b>261,75</b>     |
| <b>Protecciones</b>                       | <b>5658,50 €</b>  |
| <b>Interruptores - Tomas de Corriente</b> | <b>1273,83</b>    |
| <b>Luminarias</b>                         | <b>5839,76</b>    |
| <b>Luminarias de Emergencia</b>           | <b>3393,84</b>    |
| <b>TOTAL</b>                              | <b>27186,48 €</b> |

## 1.2 Instalación Aire Comprimido

### Tuberías y Accesorios - Presupuesto Aire Comprimido

| Protecciones |  |               |                  |            |
|--------------|--|---------------|------------------|------------|
| MARCA        | DESCRIPCIÓN  | CANTIDAD<br>m | PRECIO<br>m      | TOTAL<br>€ |
| Prevost      | Tubería rígida de Aluminio Azul<br>Diámetro: 20 mm<br>Presión máxima: 16 bar | 20            | 33,20            | 664,00     |
| Prevost      | Tubería rígida de Aluminio Azul<br>Diámetro: 32 mm<br>Presión máxima: 16 bar | 2             | 15               | 30,00      |
| Prevost      | Tubería rígida de Aluminio Azul<br>Diámetro: 32 mm<br>Presión máxima: 16 bar | 74            | 73,60            | 5446,40    |
| Prevost      | Uniones rectas para 20mm   | 10            | 8,16             | 81,60      |
| Prevost      | Uniones rectas para 32 mm  | 4             | 10,34            | 41,36      |
| Prevost      | Codos 90° para 20 mm   | 30            | 12,48            | 374,40     |
| Prevost      | Codos 90° para 32 mm   | 11            | 18,50            | 203,50     |
| Prevost      | Reducción T  | 13            | 28,50            | 370,50     |
| Prevost      | Válvula de purga para 20 mm  | 10            | 34,92            | 49,20      |
| Prevost      | Válvula de purga para 32 mm  | 10            | 42,30            | 423,00     |
| <b>TOTAL</b> |  |               | <b>7683,96 €</b> |            |

### Maquinaria - Presupuesto Aire Comprimido

| Protecciones |                             |               |                   |            |
|--------------|-----------------------------|---------------|-------------------|------------|
| MARCA        | DESCRIPCIÓN                 | CANTIDAD<br>u | PRECIO<br>€/m     | TOTAL<br>€ |
| PUSKAS       | Compresor PRB 25            | 1             | 17799,98          | 17799,98   |
| SICAM        | Desmontadora Colibrí BL 512 | 1             | 88,80             | 888,80     |
| Metalworks   | Elevadores TPSL700          | 5             | 649,59            | 3247,95    |
| <b>TOTAL</b> |                             |               | <b>21936,73 €</b> |            |

### PRESUPUESTO TOTAL AIRE COMPRIMIDO

| Alumbrado             |  | PRECIO<br>€       |
|-----------------------|--|-------------------|
| Maquinaria            |  | <b>21936,73 €</b> |
| Tuberías y accesorios |  | <b>7683,96 €</b>  |
| <b>TOTAL</b>          |  | <b>29620,69 €</b> |

