



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA  
INDUSTRIA DESTINADA A LA FABRICACIÓN Y  
VENTA DE COLCHONES SITUADA EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE YECLA EN LA  
PROVINCIA DE MURCIA

---

**MEMORIA PRESENTADA POR:**  
**JACOB CANDELA PUCHE**

GRADO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**Convocatoria de defensa: JULIO DE 2018.**



El motivo por el cual se origina el presente trabajo de fin de grado no es otro que establecer y definir las condiciones técnicas bajo las que se efectuará la Instalación Eléctrica para la alimentación a los receptores instalados en la industria GOMA COLCHONES.

Será una industria destinada a la fabricación de colchones y a su venta.

La nave industrial tendrá dos plantas, que a su vez adosado a ella hay un edificio de dos plantas de oficinas.

Debido a la necesidad de una elevada potencia será necesario un Centro de transformación de abonado, y para que este pueda suministrar energía necesitaremos un centro de seccionamiento y una línea enterrada de baja tensión que una el centro de seccionamiento con el centro de transformación.

The reason for the origin of this end-of-degree project is to establish and define the technical conditions under which the Electrical Installation will be carried out for feeding the receivers installed in the GOMA MATTRESS industry. It will be an industry dedicated to the manufacture of mattresses and their sale. The industrial building will have two floors, which in turn attached to it there is a building with two floors of offices. Due to the need for high power, a Subscriber Transformation Center is necessary, and for this to be able to supply power, we will need a sectioning center and a low-voltage buried line that connects the sectioning center with the transformation center.

## Palabras clave

---

instalación baja tensión, centro de transformación, electricidad, centro de seccionamiento, línea enterrada de media tensión.

low voltage installation, transformation center, electricity, sectioning center, buried medium voltage line.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

# PARTES DEL TFG

- CENTRO DE SECCIONAMIENTO DE LINEA DE ALTA TENSIÓN.
- LÍNEA ENTERRADA DE MEDIA TENSIÓN.
- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE ABONADO.
- INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DE LA INDUSTRIA.



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR D'ALCOI

CENTRO DE SECCIONAMIENTO DE GOMA  
COLCHONES

Trabajo Fin de Grado  
GRADO DE INGENIERÍA ELECTRICA

**Autor:** JACOB CANDELA PUCHE

**Curso:** 2017-18



## **CENTRO DE SECCIONAMIENTO DE GOMA COLCHONES**

**Titular: JACOB CANDELA PUCHE**

**Emplazamiento: PARAJE CERRO DE LA FUENTE, POLIGONO LAS  
TEJERAS YECLA (MURCIA)**



## ÍNDICE



El presente proyecto está elaborado conforme al siguiente índice de apartados, en aquellos que le afectan.

## **1. MEMORIA.**

- 1.1. OBJETO DEL PROYECTO.
  - 1.1.1. Reglamentación y disposiciones oficiales.
- 1.2. TITULAR.
- 1.3. EMPLAZAMIENTO.
- 1.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO.
- 1.5. PROGRAMA DE NECESIDADES.
- 1.6. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.
  - 1.6.1. Obra Civil.
    - 1.6.1.1. Local.
    - 1.6.1.2. Características del local.
  - 1.6.2. Instalación Eléctrica.
    - 1.6.2.1. Características de la Red de Alimentación.
    - 1.6.2.2. Características de la aparamenta de Alta Tensión.
    - 1.6.2.3. Características material vario de Alta Tensión.
  - 1.6.3. Puesta a Tierra.
    - 1.6.3.1. Tierra exterior.
    - 1.6.3.2. Tierra interior.
  - 1.6.4. Instalaciones Secundarias.
    - 1.6.4.1. Alumbrado.
    - 1.6.4.2. Protección contra Incendios.
    - 1.6.4.3. Medidas de Seguridad.

## **2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.**

- 2.1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.
- 2.2. CORTOCIRCUITOS.
  - 2.2.1. Observaciones.
  - 2.2.2. Calculo de las Corrientes de Cortocircuito.
  - 2.2.3. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.
- 2.3. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO.
- 2.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.
  - 2.4.1. Comprobación por densidad de corriente.
  - 2.4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica.
  - 2.4.3. Comprobación por sollicitación térmica.
- 2.5. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.
  - 2.5.1. Investigación de las características del suelo.
  - 2.5.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra, y del tiempo máximo de eliminación del defecto.
  - 2.5.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra.
  - 2.5.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.
  - 2.5.5. Cálculo de las tensiones de paso exterior de la instalación.
  - 2.5.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.
  - 2.5.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.
  - 2.5.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior.
  - 2.5.9. Corrección y ajuste del diseño inicial, estableciendo el definitivo.

## **3. PLIEGOS DE CONDICIONES.**

- 3.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES.
  - 3.1.1. Obra Civil.
  - 3.1.2. Aparamenta de Alta Tensión.
- 3.2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.
- 3.3. PRUEBAS REGLAMENTARIAS.
- 3.4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.



- 3.5. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.
- 3.6. LIBRO DE ÓRDENES.
  
- 4. PRESUPUESTO.**
  - 4.1. OBRA CIVIL.
  - 4.2. APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.
  - 4.3. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.
  - 4.4. VARIOS.
  - 4.5. PRESUPUESTO TOTAL.
  
- 5. PLANOS.**
  - 5.1. SITUACIÓN.
  - 5.2. ESQUEMA UNIFILAR.
  - 5.3. PLANTA Y ALZADO.
  - 5.4. TOMAS DE TIERRA.
  
- 6. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.**
  - 6.1. OBJETO
  - 6.2. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA OBRA.
    - 6.2.1. Descripción de la obra y situación.
    - 6.2.2. Suministro de energía eléctrica.
    - 6.2.3. Suministro de agua potable.
    - 6.2.4. Servicios higiénicos.
    - 6.2.5. Servidumbre y condicionantes.
  - 6.3. RIESGOS LABORABLES EVITABLES COMPLETAMENTE.
  - 6.4. RIESGOS LABORABLES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE.
    - 6.4.1. Toda la obra.
    - 6.4.2. Movimientos de tierras.
    - 6.4.3. Montaje y puesta en tensión.
      - 6.4.3.1. Descarga y montaje de elementos prefabricados.
      - 6.4.3.2. Puesta en tensión.
  - 6.5. TRABAJOS LABORABLES ESPECIALES.
  - 6.6. INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA.
  - 6.7. PREVISIONES PARA TRABAJOS POSTERIORES.
  - 6.8. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA.
  
- 7 BIBLIOGRAFIA**



## **MEMORIA**

## 1. MEMORIA.

### 1.1. OBJETO DEL PROYECTO.

El objeto del presente proyecto es realizar el estudio técnico y económico para instalación de una **LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y CENTRO DE TRANSFORMACION DE 630 KVA**, destinado para dar servicio eléctrico a una NAVE INDUSTRIAL sito en POLIGONO LAS TEJERAS.

#### 1.1.1. Reglamentación y disposiciones oficiales.

Para la elaboración del proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, aprobada por Real Decreto 337/2014 de 9 de mayo de 2014.
- Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Ley 24/2013 de 26 de diciembre de Regulación del Sector Eléctrico.
- Normas UNE/IEC y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de IBERDROLA.
- Especificación técnica de Iberdrola NI.50.42.11 "Celdas de alta tensión bajo envolvente metálica hasta 36 kV, prefabricadas, con dieléctrico de SF6, para CT".
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento correspondiente.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

### 1.2. TITULAR.

El titular de la instalación es el propietario de GOMA-COLCHONES, con CIF núm. P-XXXXXXXF y con domicilio en paraje del cerro de la fuente s/n, de Yecla (Murcia).

### 1.3. EMPLAZAMIENTO.

La línea subterránea de media tensión conexionará en un centro de transformación propiedad de la empresa suministradora de energía Iberdrola SAU sito en la Calle Postigo, y terminará en el centro de transformación que se proyectara nave industrial del paraje del cerro de la fuente, el resto de la línea

subterrànea discurrirà per la calle de travesía de las tejas Yecla (Murcia), tal y como se detalla en planos.

#### **1.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO.**

El centro de seccionamiento objeto del presente proyecto será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según norma UNE-EN 62271-200.

La acometida al mismo será subterrànea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 20 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora IBERDROLA.

##### **\* CARACTERÍSTICAS CELDAS RM6**

Las celdas a emplear serán de la serie RM6 de Schneider Electric, un conjunto de celdas compactas equipadas con apartamento de alta tensión, bajo envolvente única metálica con aislamiento integral, para una tensión admisible hasta 24 kV, acorde a las siguientes normativas:

- UNE-E ISO 90-3, UNE-EN 60420.
- UNE-EN 62271-102, UNE-EN 60265-1.
- UNE-EN 62271-200, UNE-EN 62271-105, IEC 62271-103, UNE-EN 62271-102.
- UNESA Recomendación 6407 B

Toda la apartamento estará agrupada en el interior de una cuba metálica estanca rellena de hexafluoruro de azufre con una presión relativa de 0.1 bar (sobre la presión atmosférica), sellada de por vida y acorde a la norma UNE-EN 62271-1.

#### **1.5. PROGRAMA DE NECESIDADES.**

Este centro de seccionamiento se establece por necesidad de un CT de abonado para industria GOMA-COLCHONES, dicha industria necesitará de energía en media tensión para posteriormente transformarla en baja tensión.

#### **1.6. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.**

##### **1.6.1. Obra Civil.**

##### **1.6.1.1. Local.**

El Centro estará ubicado en una caseta independiente destinada únicamente a esta

finalidad.

La caseta será de construcción prefabricada de hormigón tipo EHACSIB de Schneider Electric, de dimensiones 2.230 x 2.190 y altura vista 1.745 mm., cuyas características se describen en esta memoria.

#### 1.6.1.2. Características del local.

Se tratará de una construcción prefabricada de hormigón COMPACTO modelo EHACSIB de Schneider Electric.

Las características más destacadas del prefabricado de la serie EHA, de seccionamiento (sin transformador) serán:

El centro está en conformidad con:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

Las características más destacadas del prefabricado compacto serán:

##### \* COMPACIDAD.

Esta serie de prefabricados se montarán enteramente en fábrica. Realizar el montaje en la propia fábrica supondrá obtener:

- Una solución compacta de exterior que, debido a sus reducidas dimensiones, minimiza el impacto medioambiental,
- Calidad en origen,
- Una solución llave en mano,
- Cómoda y fácil instalación sin necesidad de cimentación,
- Posibilidad de posteriores traslados.

##### \* FACILIDAD DE INSTALACIÓN.

La innecesaria cimentación y el montaje en fábrica permitirán asegurar una cómoda y fácil instalación.

Para la instalación del conjunto se requerirá realizar previamente una excavación en el terreno de dimensiones:

- longitud frontal (mm):
  - entrada/salida de cables por el frontal: 3140 mm,
  - entrada/salida de cables por el lateral: añadir 500 mm por el lateral afectado.
- anchura (mm): 3100 mm,
- profundidad total (mm): 940 mm,

en el fondo de la cual se debe disponer de un lecho de arena lavada y nivelada de 150mm de espesor.

El montaje del prefabricado se realiza en fábrica, por lo que en obra se deberá prever:

- El fácil acceso de un camión-grúa de 24 Tm (ancho del camino mayor de 3 metros),
- La zona de ubicación del centro debe estar libre, en sus zonas limítrofes, de obstáculos que impidan las descargas de los materiales y el montaje del centro.

\* EQUIPOTENCIALIDAD.

Envolvente de hormigón armado con una resistencia característica superior a 250 Kg/cm<sup>2</sup>. La propia armadura de mallazo electrosoldado garantiza una perfecta equipotencialidad.

\* TECHOS.

El techo está estudiado de forma que impide filtraciones y la acumulación de agua, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

\* PAREDES.

El acabado exterior se realiza con un revoco de pintura que ha sido especialmente escogida para integrar el prefabricado en el entorno que lo rodea.

\* PREROTURAS.

- Orificios de paso de cables (vista frontal del edificio).
- 9 orificios frontales de 160 mm de diámetro.
  - 2 orificios de 30 mm de diámetro para el paso de cables de tierra.
  - 1 orificio de 160 mm de diámetro en cada lateral.

\* PUERTAS Y REJILLAS DE VENTILACIÓN.

Las rejillas de ventilación están fabricadas en poliéster recubiertas de pintura poliuretano. El grado de protección general es IP23D con malla interior de protección metálica con luz 6x6 mm, e IK10 en protección contra daños mecánicos. El centro está equipado una rejilla, una rejilla lateral superior, de tal manera que se garantiza la ventilación natural del centro

Existe una puerta de acceso de 1932 mm x 1400 mm (anchura x altura), con dos hojas desiguales (abatibles 180° pudiendo mantenerlas en las posiciones de 90° y 180° con un retenedor metálico en su parte superior) que permiten la cómoda explotación de la aparatamenta MT. La cerradura es una cerradura Iberdrola NI 50.20.03.

\* DIMENSIONES.

Dimensiones :

- Longitud exterior entre paredes (mm) = 2140
- Anchura exterior entre paredes (mm) = 2100
- Altura total (mm) = 2290
- Altura vista (mm) = 1750
- Superficie total (m<sup>2</sup>) = 4.5 m<sup>2</sup>
- Peso (Kg) de la envolvente vacía = 4835

## 1.6.2. Instalación Eléctrica.

### 1.6.2.1. Características de la Red de Alimentación.

La red de alimentación al centro de seccionamiento será de tipo subterráneo a una tensión de 20 kV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 350 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

### 1.6.2.2. Características de la Aparata de Alta Tensión.

#### \* CARACTERÍSTICAS GENERALES CELDAS RM6

- Tensión asignada: 24 kV.
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
  - a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 50 kV e.
  - a impulso tipo rayo: 125 kV cresta.
- Intensidad asignada en funciones de línea: 400 A.
- Intensidad asignada en funciones de protección.  
interrup. automat). 200 A (400 A en
- Intensidad nominal admisible durante un segundo: 16 kA ef.

#### \* CELDAS:

##### \* CELDA DE ENTRADA, SALIDA Y PROTECCIÓN.

Conjunto Compacto Schneider Electric gama RM6, modelo RM6 2IQ (2L+1P), equipado con DOS funciones de línea y UNA función de protección con fusibles, de dimensiones: 1.142 mm de alto (siendo necesarios otros 280 mm adicionales para extracción de fusibles), 1.186 mm de ancho, 710 mm de profundidad.

Conjunto compacto estanco RM6 en atmósfera de hexafluoruro de azufre, 24 kV tensión nominal, para una intensidad nominal de 400 A en las funciones de línea y de 200 A en las de protección.

- El interruptor de la función de línea será un interruptor-seccionador de las siguientes características:

Intensidad térmica: 16 kA eficaces.  
Poder de cierre: 40 kA cresta.

- La función ruptofusible tendrá las siguientes características:

Poder de corte en cortocircuito: 16 kA eficaces.  
Poder de cierre: 40 kA cresta.

El interruptor de la función de protección se equipará con fusibles de baja disipación térmica tipo MESA CF (DIN 43625), de 24kV, de 50 A de intensidad nominal, que provocará la apertura del mismo por fusión de cualquiera de ellos.

El conjunto compacto incorporará:

- Seccionador de puesta a tierra en SF6.
- Palanca de maniobra.
- Dispositivos de detección de presencia de tensión en todas las funciones, tanto en las de línea como en las de protección.
- 3 lámparas individuales (una por fase) para conectar a dichos dispositivos.
- Bobina de apertura aislada 220 V c.a. en las funciones de protección.
- Pasatapas de tipo roscados de 400 A en las funciones de línea.
- Pasatapas de tipo liso de 200 A en las funciones de protección.
- Panel cubrebornas con enclavamiento s.p.a.t. + interruptor.
- Cubrebornas metálicos en todas las funciones.
- Manómetro para el control de la presión del gas.

La conexión de los cables se realizará mediante conectores de tipo roscados de 400 A para las funciones de línea y de tipo liso de 200 A para las funciones de protección, asegurando así la estanqueidad del conjunto y, por tanto, la total insensibilidad al entorno en ambientes extraordinariamente polucionados, e incluso soportando una eventual sumersión.

- 2 Equipamientos de 3 conectores apantallados en "T" roscados M16 400A cada uno.
- Equipamiento de 3 conectores apantallados enchufables rectos lisos 200A.

### **1.6.3. Puesta a Tierra.**

#### **1.6.3.1. Tierra exterior.**

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

#### **1.6.3.2. Tierra interior.**

La tierra interior del centro de seccionamiento tendrá la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a la tierra exterior.

La tierra interior se realizará con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujección y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

#### **1.6.4. Instalaciones Secundarias.**

##### **1.6.4.1. Alumbrado.**

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux .

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

##### **1.6.4.2. Protección contra Incendios.**

Al no existir líquidos inflamables en el sistema propuesto, no se consideran necesarias medidas especiales de protección contra incendios.

##### **1.6.4.3. Medidas de Seguridad.**

###### **\* SEGURIDAD EN CELDAS RM6**

Los conjuntos compactos RM6 estarán provistos de enclavamientos de tipo MECÁNICO que relacionan entre sí los elementos que la componen.

El sistema de funcionamiento del interruptor con tres posiciones, impedirá el cierre simultáneo del mismo y su puesta a tierra, así como su apertura y puesta inmediata a tierra.

En su posición cerrado se bloqueará la introducción de la palanca de accionamiento en el eje de la maniobra para la puesta a tierra, siendo asimismo bloqueables por candado todos los ejes de accionamiento.

Un dispositivo anti-reflex impedirá toda tentativa de reapertura inmediata de un interruptor.

Asimismo es de destacar que la posición de puesta a tierra será visible, así como la instalación de dispositivos para la indicación de presencia de tensión.

El compartimento de fusibles, totalmente estanco, será inaccesible mediante bloqueo mecánico en la posición de interruptor cerrado, siendo posible su apertura únicamente cuando éste se sitúe en la posición de puesta a tierra y, en este caso, gracias a su metalización exterior, estará colocado a tierra todo el compartimento, garantizándose así la total ausencia de tensión cuando sea accesible.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

*TFG JACOB CANDELA PUCHE*

TFG GRADO DE INGENIERIA ELECTRICA  
20 DE JULIO DE 2018

**CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

## 2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

### 2.1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.

La intensidad nominal del centro es la máxima que podrá circular por la aparamenta, es decir  $I_n = 400 \text{ A}$ .

### 2.2. CORTOCIRCUITOS.

#### 2.2.1. Observaciones.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 350 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Compañía suministradora.

#### 2.2.2. Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito.

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

$S_{cc}$  = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.

$U$  = Tensión primaria en kV.

$I_{ccp}$  = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

#### 2.2.3. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente con:

$S_{cc} = 350 \text{ MVA}$ .

$U = 20 \text{ kV}$ .

y sustituyendo valores tendremos una intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de A.T. de:

$$I_{ccp} = 10.1 \text{ kA}.$$

### **2.3. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO.**

A pesar de la inexistencia de transformadores de potencia y por tanto de focos de calor en el interior del prefabricado de homigón, en el prefabricado del centro compacto EHACSIB, se ha previsto una rejilla de aireación situada en una pared lateral en la parte superior.

La rejilla de aireación es de chapa de acero galvanizado con pintura poliéster de color azul RAL 5003.

### **2.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.**

Como resultado de los ensayos que han sido realizados a las celdas fabricadas por Schneider Electric no son necesarios los cálculos teóricos ya que con los certificados de ensayo ya se justifican los valores que se indican tanto en esta memoria como en las placas de características de las celdas.

#### **2.4.1. Comprobación por densidad de corriente.**

La comprobación por densidad de corriente tiene como objeto verificar que no supera la máxima densidad de corriente admisible por el elemento conductor cuando por el circule una corriente igual a la corriente nominal máxima.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168218XB realizado por VOLTA.

#### **2.4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica.**

La comprobación por sollicitación electrodinámica tiene como objeto verificar que los elementos conductores de las celdas incluidas en este proyecto son capaces de soportar el esfuerzo mecánico derivado de un defecto de cortocircuito entre fase.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168210XB realizado por VOLTA.

El ensayo garantiza una resistencia electrodinámica de 40kA.

#### **2.4.3 Comprobación por sollicitación térmica. Sobreintensidad térmica admisible.**

La comprobación por sollicitación térmica tienen como objeto comprobar que por motivo de la aparición de un defecto o cortocircuito no se producirá un calentamiento excesivo del elemento conductor principal de las celdas que pudiera así dañarlo.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168210XB realizado por VOLTA.

El ensayo garantiza una resistencia térmica de 16kA 1 segundo.

## 2.5. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

### 2.5.1. Investigación de las características del suelo.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Seccionamiento, se determina una resistividad media superficial = 150  $\Omega$ .m.

### 2.5.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora (IBERDROLA), el tiempo máximo desconexión del defecto es de 0.2s.

Por otra parte, los valores de la impedancia de puesta a tierra del neutro, corresponden a:

$R_n = 0 \Omega$  y  $X_n = 5.7 \Omega$ . con

$$|Z_n| = \sqrt{R_n^2 + X_n^2}$$

La intensidad máxima de defecto se producirá en el caso hipotético de que la resistencia de puesta a tierra Centro de Transformación sea nula. Dicha intensidad será, por tanto igual a:

$$I_{d(máx)} = \frac{U_{S(máx)}}{\sqrt{3} Z_n}$$

con lo que el valor obtenido es  $I_d=2025.79$  A, valor que la Compañía redondea o toma como valor genérico de 222

### 2.5.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: código 5/62 del método de cálculo de tierras de UNESA.
- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.073 \Omega/(\Omega \cdot m).$$

$$K_p = 0.012 \text{ V}/(\Omega \cdot \text{m} \cdot \text{A}).$$

- Descripción:

Estará constituida por 6 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros  $K_r$  y  $K_p$  de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

#### 2.5.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro ( $R_t$ ), intensidad y tensión de defecto correspondientes ( $I_d$ ,  $U_d$ ), utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra,  $R_t$ :

$$R_t = K_r \cdot \sigma .$$

- Intensidad de defecto,  $I_d$ :

$$I_d = \frac{U_{\text{max}} \text{ V}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

donde  $U_{\text{max}}=20$

- Tensión de defecto,  $U_d$ :

$$U_d = I_d \cdot R_t .$$

Siendo:

$$\sigma = 150 \Omega \cdot \text{m}.$$

$$K_r = 0.073 \Omega / (\Omega \cdot \text{m}).$$

se obtienen los siguientes resultados:

$$R_t = 11 \Omega.$$

$$I_d = 935.38 \text{ A}.$$

$$U_d = 10242.4 \text{ V}.$$

### 2.5.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_p = K_p \cdot \sigma \cdot I_d = 0.012 \cdot 150 \cdot 935.38 = 1683.7 \text{ V.}$$

### 2.5.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

El piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, está sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_{p \text{ acceso}} = U_d = R_t \cdot I_d = 11 \cdot 935.38 = 10242.4 \text{ V.}$$

### 2.5.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios que se puede aceptar, será conforme a la Tabla 1 de la ITC-RAT 13 de instalaciones de puestas a tierra que se transcribe a continuación:



Duración de la corriente de falta, $t_f$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, $U_{ca}$ (V)
0.05	735
0.1	633
0.2	528
0.3	420
0.4	310
0.5	204
1.0	107

El valor de tiempo de duración de la corriente de falta proporcionada por la compañía eléctrica suministradora es de 0.2 seg., dato que aparece en la tabla adjunta, por lo que la máxima tensión de contacto aplicada admisible al cuerpo humano es:

$$U_{ca} = 528 \text{ V}$$

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro, emplearemos las siguientes expresiones:

$$U_{P(\text{exterior})} = 10U_{ca} \left( 1 + \frac{2R_{a1} + 6\sigma}{1000} \right)$$

$$U_{P(\text{acceso})} = 10U_{ca} \left( 1 + \frac{2R_{a1} + 3\sigma + 3\sigma_h}{1000} \right)$$

Siendo:

$$U_{ca} = \text{Tensiones de contacto aplicada} = 528 \text{ V}$$

$$R_{a1} = \text{Resistencia del calzado} = 2.000 \Omega.m$$

$$\sigma = \text{Resistividad del terreno} = 150 \Omega.m$$

$$\sigma_h = \text{Resistividad del homigón} = 3.000 \Omega.m$$

obtenemos los siguientes resultados:

$$U_p(\text{exterior}) = 31152 \text{ V}$$

$$U_p(\text{acceso}) = 76296 \text{ V}$$

Así pues, comprobamos que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- en el exterior:

$$U_p = 1683.7 \text{ V.} < U_p(\text{exterior}) = 31152 \text{ V.}$$

- en el acceso al C.T.:

$$U_d = 10242.4 \text{ V.} < U_p(\text{acceso}) = 76296 \text{ V.}$$

### 2.5.8. Investigación de tensiones transferibles al exterior.



Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

#### **2.5.9. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.**

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

JACOB CANDELA PUCHE  
TFG GRADO DE INGENIERIA ELECTRICA  
20 DE JULIO DE 2018

### 3. PLIEGO DE CONDICIONES.

#### 3.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES.

##### 3.1.1. Obra Civil.

##### 3.1.2. Aparamenta de Alta Tensión.

La aparamenta de A.T. estará constituida por conjuntos compactos serie RM6 de Schneider Electric, equipados con dicha aparamenta, bajo envolvente única metálica, para una tensión admisible de 24 kV, acorde a las siguientes normativas:

- UNE-E ISO 90-3, UNE-EN 60420.
- UNE-EN 62271-102, UNE-EN 60265-1.
- UNE-EN 62271-200, UNE-EN 62271-105, IEC 62271-103, UNE-EN 62271-102.
- UNESA Recomendación 6407 B

##### \* CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.

Los conjuntos compactos deberán tener una envolvente única con dieléctrico de hexafluoruro de azufre. Toda la aparamenta estará agrupada en el interior de una cuba metálica estanca rellena de hexafluoruro de azufre con una sobrepresión de 0'1 bar sobre la presión atmosférica, sellada de por vida.

En la parte posterior se dispondrá de una membrana que asegure la evacuación de las eventuales sobrepresiones que se puedan producir, sin daño ni para el operario ni para las instalaciones.

El dispositivo de control de aislamiento de los cables será accesible, fase por fase, después de la puesta a tierra y sin necesidad de desconectar los cables.

La seguridad de explotación será completada por los dispositivos de enclavamiento por candado existentes en cada uno de los ejes de accionamiento.

En caso de avería en un elemento mecánico se deberá poder retirar el conjunto de mandos averiado y ser sustituido por otro en breve tiempo, y sin necesidad de efectuar trabajos sobre el elemento activo del interruptor, así como realizar la motorización de las funciones de entrada/salida con el centro en servicio.

##### \* CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.

- |  |                 |
|--|-----------------|
| - Tensión nominal                      | 24 kV.          |
| - Nivel de aislamiento:                |                 |
| a) a la frecuencia industrial de 50 Hz | 50 kV ef. 1min. |
| B) a impulsos tipo rayo                | 125 kV cresta.  |
| - Intensidad nominal funciones línea   | 400 A.          |
| - Intensidad nominal otras funciones   | 200 A.          |

- Intensidad de corta duración admisible

16 kA ef. 1s.

#### \* INTERRUPTORES.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra deberá ser un único aparato de tres posiciones (abierto, cerrado y puesto a tierra), a fin de asegurar la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y el seccionador de puesta a tierra.

La apertura y cierre de los polos será simultánea, debiendo ser la tolerancia de cierre inferior a 10 ms.

Los contactos móviles de puesta a tierra serán visibles a través de visores, cuando el aparato ocupe la posición de puesto a tierra.

El interruptor deberá ser capaz de soportar al 100% de su intensidad nominal más de 100 maniobras de cierre y apertura, correspondiendo a la categoría B según la norma UNE-EN 60265.

En servicio, se deberán cumplir las exigencias siguientes:

- Poder de cierre nominal sobre cortocircuito: 40 kA cresta.
- Poder de corte nominal sobre transformador en vacío: 16 A.
- Poder de corte nominal de cables en vacío: 30 A.
- Poder de corte (sea por interruptor-fusibles o por interruptor automático): 16 kA.

#### \* CORTACIRCUITOS-FUSIBLES.

En el caso de utilizar protección ruptorfusibles, se utilizarán fusibles del modelo y calibre indicados en el capítulo de Cálculos de esta memoria. Los fusibles cumplirán la norma DIN 43-625 y la R.U. 6.407-A y se instarán en tres compartimentos individuales, estancos y metalizados, con dispositivo de puesta a tierra por su parte superior e inferior.

### 3.2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de IBERDROLA.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

### 3.3. PRUEBAS REGLAMENTARIAS.

La aparatment eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

### **3.4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.**

Cualquier trabajo u operación a realizar en el centro (uso, maniobras, mantenimiento, mediciones, ensayos y verificaciones) se realizarán conforme a las disposiciones generales indicadas en el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

#### **\* PREVENCIÓNES GENERALES.**

1)- Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.

2)- Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "peligro de muerte".

3)- En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro, como banqueta, guantes, etc.

4)- No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro y en caso de incendio no se empleará nunca agua.

5)- No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.

6)- Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.

7)- En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro, para su inspección y aprobación, en su caso.

#### **\* PREVENCIÓNES ESPECIALES.**

8)- Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.



### 3.5. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización Administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de Obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Eléctrica suministradora.

### 3.6. LIBRO DE ÓRDENES.

Se dispondrá en este centro del correspondiente libro de órdenes en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación.

JACOB CANDELA PUCHE  
TFG GRADO DE INGENIERIA ELECTRICA  
20 DE JULIO DE 2018



## **PRESUPUESTO**



#### 4. PRESUPUESTO

##### 4.1 OBRA CIVIL

1	Ud. Edificio de hormigón prefabricado compacto de seccionamiento, modelo EHACSIB de Schneider Electric, de maniobra exterior y dimensiones exteriores 2140 x 2100 y altura vista 1750 mm., para instalar en su interior una celda seccionamiento calificada por Iberdrola, incluyendo su transporte y montaje.	4.576,00 €	4.576,00 €
1	Ud. Excavación de un foso de dimensiones 3.100 x 3140 mm. para alojar un edificio de hormigon compacto EHACSIB, con un lecho de arena nivelada de 150 mm.(quedando una profundidad de foso libre de 940 mm.) y acondicionamiento perimetral una vez montado.	916,00 €	916,00 €
	<b><u>Total Obra Civil</u></b>		<b><u>5. 492, 00</u></b>
	<b><u>€</u></b>		

##### 4.2 APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN

1	Ud. Compacto Schneider Electric gama RM6, modelo RM6 2IQ (2L+1P), referencia RM62IQIB, para dos funciones de línea 400 A y una de protección, equipadas con bobina de apertura y fusibles, según memoria, con capotes cubrebornas e indicadores de tensión, instalado.	6.339,00 €	6.339,00 €
2	Ud. Juego de 3 conectores apantallados en "T" roscados M16 400 A para celda RM6.	410,00 €	820,00 €



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA  
CAMPUS D'ALCOI

Ud. Juego de 3 conectores apantallados enchufables rectos  
liso 200 A para celda RM6.

212,00 €      212,00 €

*TFG JACOB CANDELA PUCHE*



**Total Aparamenta de Alta Tensi3n** **7. 371, 00 €**

**4.3 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA**

1	Ud. de tierras exteriores c3digo 5/62 Unesa, incluyendo 6 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexi3n, instalado, seg3n se describe en proyecto.	953,33 €	953,33 €
---	--	----------	----------

**Total Sistema de Puesta a tierra** **953, 33 €**

**4.4 VARIOS**

2	Ud. Placa reglamentaria PELIGRO DE MUERTE, instaladas.	17,00 €	34,00 €
1	Ud. Placa reglamentaria PRIMEROS AUXILIOS, instalada.	17,00 €	17,00 €

**Total Varios** **51, 00 €**

**4.5 PRESUPUESTO TOTAL**

<b>Total Obra Civil</b>			<b>5.492,00 €</b>
<b>Total Aparamenta de Alta Tensi3n</b>			<b>7.371,00 €</b>
<b>Total Sistema de Puesta a tierra</b>			<b>953,33 €</b>
<b>Total Varios</b>			<b>51,00 €</b>
<b>Total de ejecuci3n material</b>			<b>13.867,33 €</b>
<b>Imprevistos (%)</b>	<b>0,00</b>		<b>0,00 €</b>
<b>Gastos generales (%)</b>	<b>0,00</b>		<b>0,00 €</b>
<b>Beneficio industrial (%)</b>	<b>0,00</b>		<b>0,00 €</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>			<b>13.867,33 €</b>

**El presupuesto asciende a la cantidad de:**

**TRECE MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y SIETE EUROS  
CON TREINTA Y TRES CENTIMOS**



## **PLANOS**

## **5. PLANOS.**

### **5.1. SITUACIÓN.**

YECLA (MURCIA)

### **5.2. ESQUEMA UNIFILAR.**

El esquema unifilar del centro de seccionamiento está formado por las celdas que se indican en la memoria y en el plano correspondiente adjunto a este proyecto. Las celdas que forman el conjunto del centro son: RM6(2L+P).

### **5.3. PLANTA Y ALZADO.**

La planta y alzado de las celdas se encuentran en el mismo plano donde figura el esquema unifilar. En el caso de que el local sea un prefabricado de hormigón, todo el material estará situado según se indica en el plano del prefabricado correspondiente.

### **5.4. TOMAS DE TIERRA.**

8/62

JACOB CANDELA PUCHE  
TFG GRADO DE INGENIERIA ELECTRICA  
20 DE JULIO DE 2018

PROYECTO: CENTRO DE SECCIONAMIENTO GOMA COLCHONES

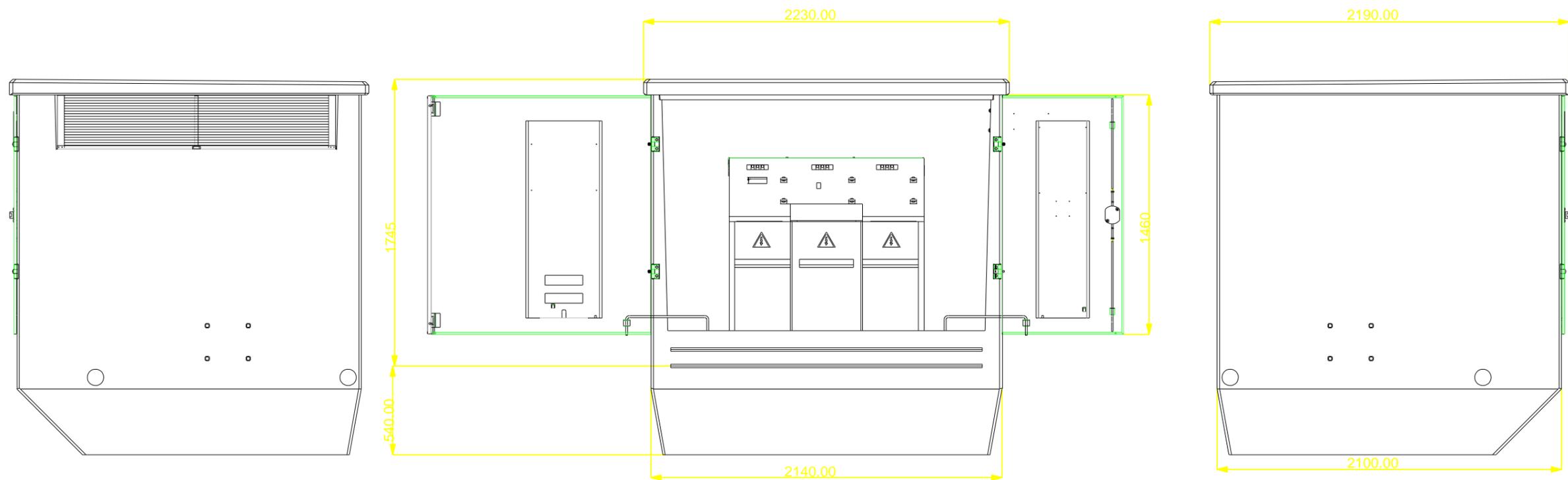
PLANO: PLANO DE SITUACION

AUTOR: JACOB CANDELA PUCHE

ESCALA:

FECHA:  
20-7-2018

Nº **1**



NIVEL DEL SUELO

SCALE 0.025

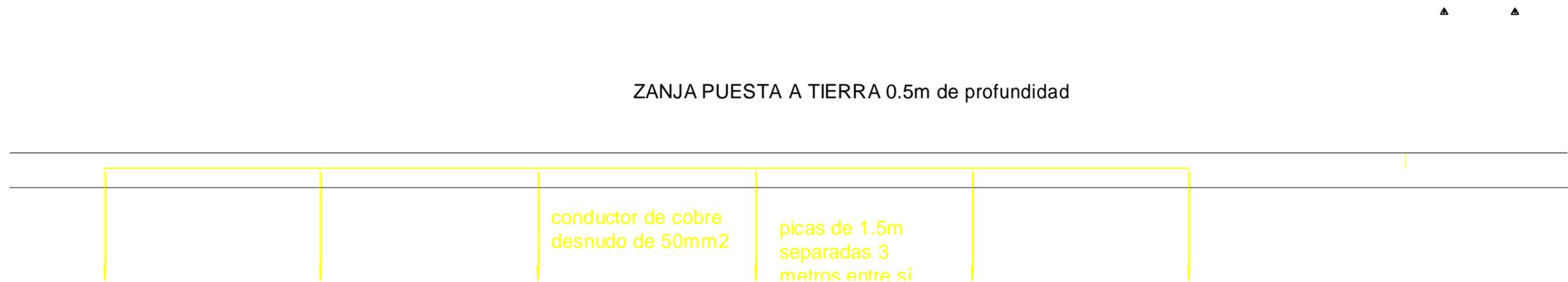
PLANTA REPRESENTACION SIN TECHO

SCALE 0.025

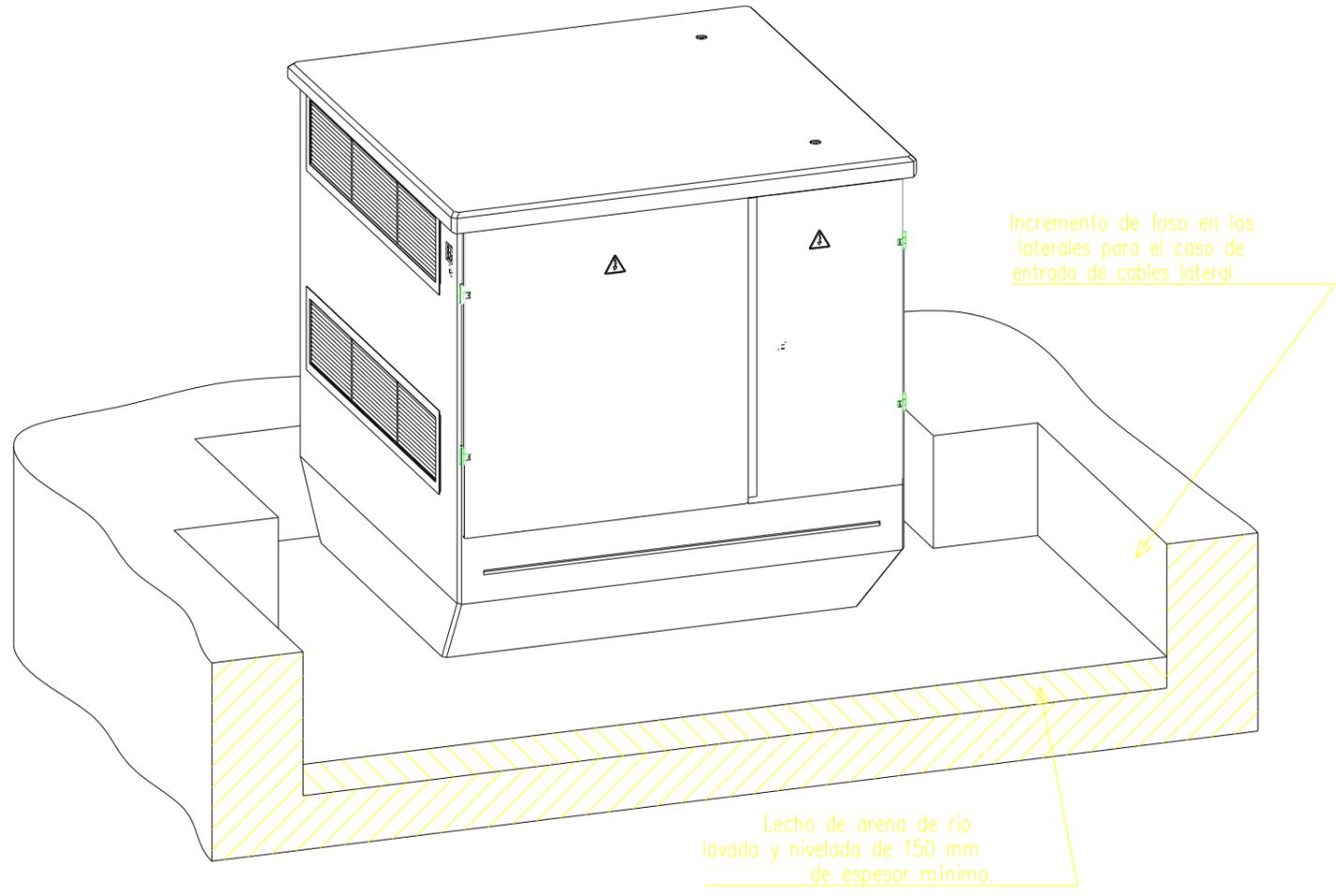
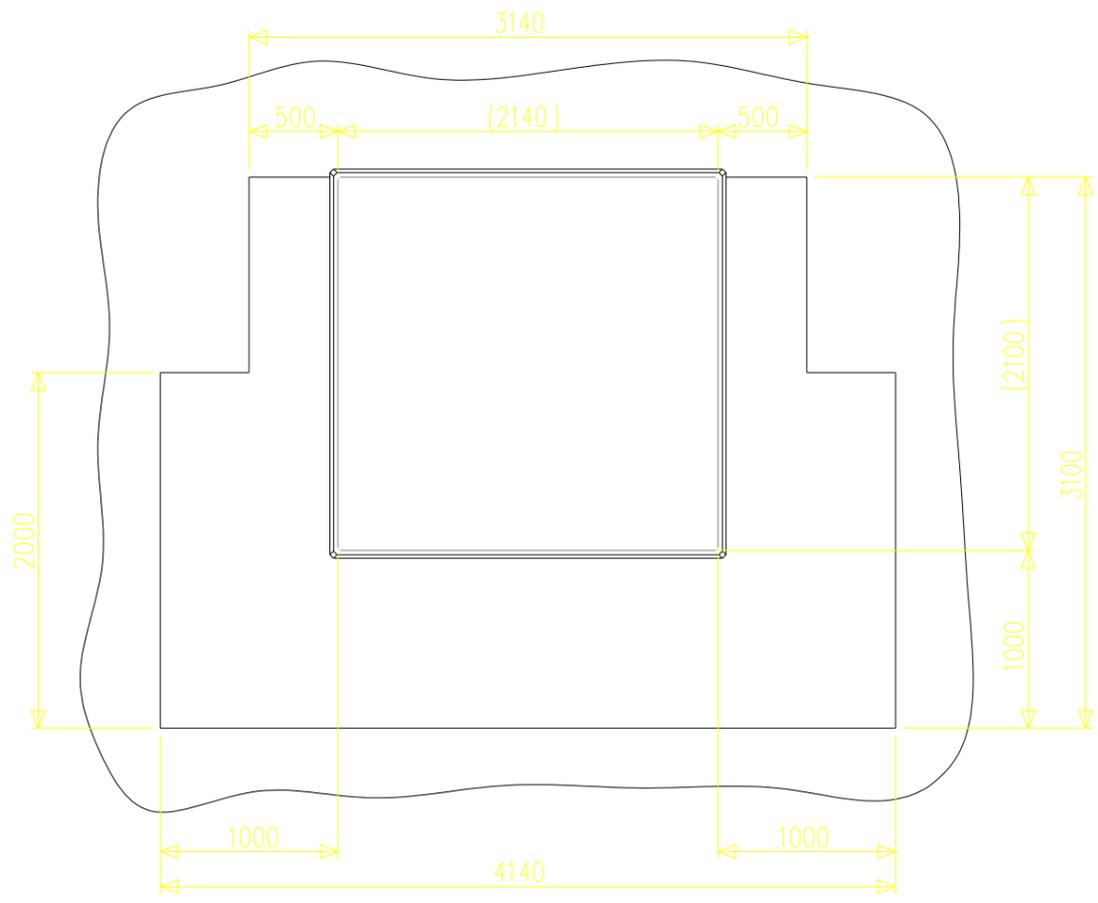
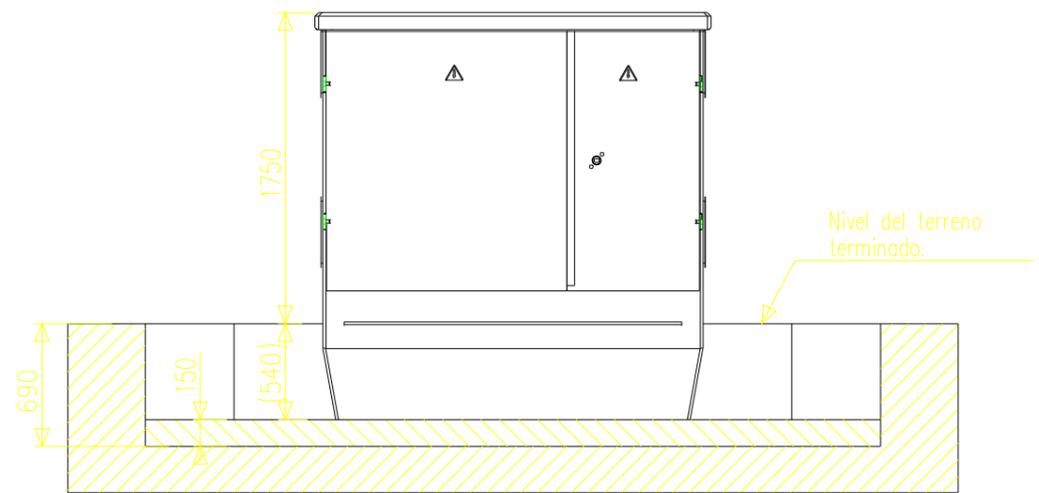


PROYECTO: CENTRO DE SECCIONAMIENTO GOMA COLCHONES			
PLANO: PLANO DE PLANTA Y ALZADO			
AUTOR: JACOB CANDELA PUCHE	ESCALA: 1:25	FECHA: 20-7-2018	Nº 3

ZANJA PUESTA A TIERRA 0.5m de profundidad



PROYECTO: CENTRO DE SECCIONAMIENTO GOMA COLCHONES			
PLANO: PLANO TOMA DE TIERRA			
AUTOR: JACOB CANDELA PUCHE	ESCALA: 1:55	FECHA: 20-7-2018	Nº 4



CONDICIONES QUE EL CLIENTE DEBERA CUMPLIR CON ANTERIORIDAD A LA INSTALACION:

- Debera existir un camino hasta la zona de ubicación del centro suficiente para el acceso de un camion de 24 toneladas (ancho del camino mayor de 3 metros)
- La zona de ubicación del centro estara libre, en sus zonas limítrofes, de obstáculos que impidan la descarga de los materiales y el montaje del centro.
- El lecho de arena de 15 centímetros de espesor mínimo, sera por cuenta del cliente, y debera estar realizado con anterioridad a la instalación del centro segun se indica en el dibujo.

PROYECTO:	CENTRO DE SECCIONAMIENTO GOMA COLCHONES		
PLANO:	PLANO DE FOSO		
AUTOR:	JACOB CANDELA PUCHE	ESCALA:	1:35
		FECHA:	20-7-2018
		Nº	5



## **ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

## 1.- OBJETO.

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997 (y modificaciones según RD 604/2006), por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Al no darse ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1997 se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Así mismo este Estudio Básico de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995 (y modificaciones según RD 604/2006), de prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

En base a este Estudio Básico de Seguridad y al artículo 7 del R.D. 1627/1997, cada contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en función de su propio sistema de ejecución de la obra y en el que se tendrán en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

## 2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA.

En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

### 2.1.-Descripción de la obra y situación.

La situación de la obra a realizar y el tipo de la misma se recoge en el documento de Memoria del presente proyecto.

### 2.2.-Suministro de energía eléctrica.

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la empresa constructora, proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

### 2.3.-Suministro de agua potable.

El suministro de agua potable será a través de las conducciones habituales de suministro en la región, zona, etc...En el caso de que esto no sea posible, dispondrán de los medios necesarios que garanticen su existencia regular desde el comienzo de la obra.

### 2.4.-Servicios higiénicos.

Dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si fuera posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado, en caso contrario, se dispondrá de medios que faciliten su evacuación o traslado a lugares específicos destinados para ello, de modo que no se agrede al medio ambiente.

### 2.5.- Servidumbre y condicionantes.

No se prevén interferencias en los trabajos, puesto que si la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, de acuerdo con el artículo 3 de R.D. 1627/1997, si interviene más de una empresa en la ejecución del proyecto, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación debería ser objeto de un contrato expreso.

### 3.- RIESGOS LABORABLES EVITABLES COMPLETAMENTE.

La siguiente relación de riesgos laborables que se presentan, son considerados totalmente evitables mediante la adopción de las medidas técnicas que precisen:

- Derivados de la rotura de instalaciones existentes: Neutralización de las instalaciones existentes.
- Presencia de líneas eléctricas de alta tensión aéreas o subterráneas: Corte del fluido, apantallamiento de protección, puesta a tierra y cortocircuito de los cables.

### 4.- RIESGOS LABORABLES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE.

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La primera relación se refiere a aspectos generales que afectan a la totalidad de la obra, y las restantes, a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse.

#### 4.1.- Toda la obra.

##### a) Riesgos más frecuentes:

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios a distinto nivel
- Caídas de objetos sobre operarios
- Caídas de objetos sobre terceros
- Choques o golpes contra objetos
- Fuertes vientos
- Ambientes pulvígenos
- Trabajos en condición de humedad
- Contactos eléctricos directos e indirectos
- Cuerpos extraños en los ojos
- Sobreesfuerzos

##### b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra
- Orden y limpieza de los lugares de trabajo
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de B.T.
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (3 - 5 m) a líneas eléctricas de A.T.
- Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)
- No permanecer en el radio de acción de las máquinas
- Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento
- Señalización de la obra (señales y carteles)
- Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia
- Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura 2m
- Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra
- Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o colindantes
- Extintor de polvo seco, de eficacia 21<sup>a</sup> - 113B
- Evacuación de escombros
- Escaleras auxiliares
- Información específica
- Grúa parada y en posición veleta

c) Equipos de protección individual:

- Cascos de seguridad
- Calzado protector
- Ropa de trabajo
- Casquetes antirruídos
- Gafas de seguridad
- Cinturones de protección

4.2.- Movimientos de tierras.

a) Riesgos más frecuentes:

- Desplomes, hundimientos y desprendimientos del terreno
- Caídas de materiales transportados
- Caídas de operarios al vacío
- Atrapamientos y aplastamientos
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de máquinas
- Ruidos, Vibraciones
- Interferencia con instalaciones enterradas
- Electrocuciiones

b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Observación y vigilancia del terreno.
- Limpieza de bolos y viseras
- Achique de aguas
- Pasos o pasarelas
- Separación de tránsito de vehículos y operarios
- No acopiar junto al borde de la excavación
- No permanecer bajo el frente de excavación
- Barandillas en bordes de excavación (0,9 m)
- Acotar las zonas de acción de las máquinas
- Topes de retroceso para vertido y carga de vehículos

4.3.- Montaje y puesta en tensión.

4.3.1.- Descarga y montaje de elementos prefabricados.

a) Riesgos más frecuentes:

- Vuelco de la grúa.
- Atrapamientos contra objetos, elementos auxiliares o la propia carga.
- Precipitación de la carga.
- Proyección de partículas.
- Caídas de objetos.
- Contacto eléctrico.
- Sobreesfuerzos.
- Quemaduras o ruidos de la maquinaria.
- Choques o golpes.
- Viento excesivo.

b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Trayectoria de la carga señalizada y libre de obstáculos.
- Correcta disposición de los apoyos de la grúa.



- Revisión de los elementos elevadores de cargas y de sus sistemas de seguridad.
- Correcta distribución de cargas.
- Prohibición de circulación bajo cargas en suspensión.
- Trabajo dentro de los límites máximos de los elementos elevadores.
- Apantallamiento de líneas eléctricas de A.T.
- Operaciones dirigidas por el jefe de equipo.
- Flecha recogida en posición de marcha.

#### 4.3.2.- Puesta en tensión.

##### a) Riesgos más frecuentes:

- Contacto eléctrico directo e indirecto en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes y quemaduras.

##### b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Coordinar con la empresa suministradora, definiendo las maniobras eléctricas a realizar.
- Apantallar los elementos de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Informar de la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y ubicación de los puntos en tensión más cercanos.
- Abrir con corte visible las posibles fuentes de tensión.

##### c) Protecciones individuales:

- Calzado de seguridad aislante.
- Herramientas de gran poder aislante.
- Guantes eléctricamente aislantes.
- Pantalla que proteja la zona facial.

## 5.- TRABAJOS LABORABLES ESPECIALES.

En la siguiente relación no exhaustiva se tienen aquellos trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores, estando incluidos en el Anexo II del R.D. 1627/97.

- Graves caídas de altura, sepultamientos y hundimientos.
- En proximidad de líneas eléctricas de alta tensión, se debe señalizar y respetar la distancia de seguridad (5 m) y llevar el calzado de seguridad.
- Exposición a riesgo de ahogamiento por inmersión.
- Uso de explosivos.
- Montaje y desmontaje de elementos prefabricados pesados.

## 6.- INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA.

La obra dispondrá de los servicios higiénicos que se indican en el R.D. 1627/97 tales como vestuarios con asientos y taquillas individuales provistas de llave, lavabos con agua fría, caliente y espejo, duchas y retretes, teniendo en cuenta la utilización de los servicios higiénicos de forma no simultánea en caso de haber operarios de distintos sexos.

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá de un botiquín portátil debidamente señalizado y de fácil acceso, con los medios necesarios para los primeros auxilios en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora.

La dirección de la obra acreditará la adecuada formación del personal de la obra en materia de prevención y primeros auxilios. Así como la de un Plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y la contratación de los servicios asistenciales adecuados (Asistencia primaria y asistencia especializada)

## 7.- PREVISIONES PARA TRABAJOS POSTERIORES.

El apartado 3 del artículo 6 del R.D. 1627/1997, establece que en el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

En el Proyecto de Ejecución se han especificado una serie de elementos que han sido previstos para facilitar las futuras labores de mantenimiento y reparación del edificio en condiciones de seguridad y salud, y que una vez colocados, también servirán para la seguridad durante el desarrollo de las obras.

Los elementos que se detallan a continuación son los previstos a tal fin:

- Ganchos de servicio.
- Elementos de acceso a cubierta (puertas, trampillas)
- Barandilla en cubiertas planas.
- Grúas desplazables para limpieza de fachada.
- Ganchos de ménsula (pescantes)
- Pasarelas de limpieza.

## 8.- NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA.



- Ley 31/ 1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/ 2003 de 12 de diciembre, reforma de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 171/2004 de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 604/2006 de 19 de mayo por el que se modifican los RD 1627/1997 y RD 39/1997.
- Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1.997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR D'ALCOI

LINEA DE ALTA TENSIÓN  
GOMA-COLCHONES

Trabajo Fin de Grado

GRADO DE INGENIERÍA ELECTRICA

**Autor:** JACOB CANDELA PUCHE

**Curso:** 2017-2018



# INDICE

- 1 MEMORIA
  - 1.1 DESCRIPCION
  - 1.2 CARACTERISTICAS GENERALES
  - 1.3 CONDUCTORES
  - 1.4 EMPALMES
  - 1.5 CAJAS TERMINALES
- 2 CALCULOS
  - 2.1 CALCULOS ELECTRICOS
  - 2.2 CALCULOS DE LINEAS
  - 2.3 CANALIZACIONES
  - 2.4 ENTUBADA
  - 2.5 DERIVACIONES
  - 2.6 PUESTA A TIERRA DE CUBIERTAS METALICAS
  - 2.7 PANTALLAS
- 3 PRESUPUESTO
- 4 PLANOS
  - 4.1 SITUCION Y EMPLAZAMIENTO
  - 4.2 RED ENTERRADA Y ZANJAS

# **1 MEMORIA**

## ACOMETIDA - SUBTERRANEA DE M.T.

### 1.1. - DESCRIPCIÓN

La acometida subterránea que se proyecta tiene por finalidad servir de puente entre el centro de seccionamiento de la empresa suministradora de energía y el centro de transformación de abonado, tal y como se puede apreciar en los planos correspondientes.

Las líneas discurrirán enterradas en zanja bajo tubo de doble pared de  $\varnothing 160mm$ , (mas adelante se hará una descripción pomenorizada de la canalización) y alimentará al Centro de transformación.

### 1.2. - CARACTERISTICAS GENERALES

Clase de corriente	Alterna trifásica
Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal	20 kV
Tensión más elevada para el material	24 kV
Categoría de la red (Según UNE 20-435)	

### 1.3. – CONDUCTORES

Se utilizarán únicamente cables de aislamiento de dieléctrico seco, según NI 56.43.02 de las características esenciales siguientes:

Conductor :	Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE 21-022
Pantalla sobre el conductor :	Capa de mezcla semiconductor aplicada por extrusión.
Aislamiento :	Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR)
Pantalla sobre el aislamiento :	Una capa de mezcla semiconductor pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre.
Cubierta :	Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes.
Tipo seleccionado :	Los reseñados en la tabla 1.

**Tabla 1**

Tipo	Tensión	Sección	Sección
constructivo	Nominal kV	Conductor mm <sup>2</sup>	pantalla mm <sup>2</sup>
HEPRZ1	12/20	50	16

Algunas otras características más importantes son:

**Tabla 2**

Sección Mm <sup>2</sup>	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. a 90°C $\Omega$ /km	Reactancia por fase $\Omega$ /km	Capacidad $\mu$ F/km
250	12/20	0,822	0,133	0,206

#### 1.4. – EMPALMES

Los empalmes y terminales serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.)

Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo el MT-NEDIS correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

Terminales: En ambos lados de conexión tanto en el lado de MT como en el Trafo, la conexión se realizará empleando terminales termorretráctiles tipo TES/24-R/50. Las especificaciones técnicas de los terminales termorretráctiles están recogidas en la Norma NI 56.80.02 "Accesorios para cables subterráneos de tensión asignada 12/20 (24kv). Cables con aislamiento seco.

#### 1.5. - CAJAS TERMINALES

Son válidas las mismas consideraciones hechas para los empalmes, sólo que escogiendo el tipo intemperie o interior, según convenga.

# **2 CALCULOS**

## 2.1. - CALCULOS ELÉCTRICOS

Se tomarán las intensidades máximas admisibles dadas por el fabricante del cable y que se recogen en la norma NI 56.43.01.

Las características de los cables de AT vienen indicadas en el apartado 7.1.1

Las tablas de intensidades máximas admisibles estarán preparadas en función de las condiciones siguientes:

- a) Si los cables son unipolares irán dispuestos en haz.
- b) Enterrados a una profundidad de 1 m en terrenos de resistencia térmica media.
- c) Temperatura máxima en el conductor 105° C.
- d) Temperatura del terreno 25° C.

Para determinar la sección de los conductores se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Intensidad máxima admisible por el cable.
- b) Caída de tensión.
- c) Intensidad máxima admisible durante un cortocircuito.
- d) La elección de la sección en función de la intensidad máxima admisible, se calculará partiendo de la potencia que ha de transportar el cable, calculando la intensidad correspondiente y eligiendo el cable adecuado de acuerdo con los valores de intensidades máximas que figuran en el Capítulo 7 de este MT-NEDIS y en la norma NI 56.43.01, o en los datos suministrados por el fabricante.

La intensidad se determinará por la fórmula:

$$I = \frac{W}{\sqrt{3}xU \cos \varphi}$$

La determinación de la sección en función de la caída de tensión se realizará mediante la fórmula :

$$\Delta U = \sqrt{3} x I x L (R \cos \varphi + X \sen \varphi )$$

en donde:

W = Potencia en kW

U = Tensión compuesta en kV

$\Delta U$  = Caída de tensión, en %

I = Intensidad en amperios

L = Longitud de la línea en km.

R = Resistencia del conductor en  $\Omega$ /km a la temperatura de servicio

X = Reactancia a frecuencia 50 Hz en  $\Omega$ /km.

$\cos \varphi$  = Factor de potencia

En ambos apartados, a) y b), se considerará un factor de potencia para el cálculo de  $\cos \varphi = 0,9$

Para el cálculo de la sección mínima necesaria por intensidad de cortocircuito será necesario conocer la potencia de cortocircuito  $P_{cc}$  existente en el punto de la red donde ha de alimentar el cable subterráneo para obtener a su vez la intensidad de cortocircuito que será igual a :

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{U \cdot \sqrt{3}}$$

La sección mínima se calculará de acuerdo con la tabla 6.

## 2.2. - CALCULOS DE LINEAS

La conexión eléctrica entre la línea de MT, y el transformador de potencia se realizará con cable unipolar seco de 50 mm<sup>2</sup> de sección y del tipo HEPRZ1.

CÁLCULOS ELÉCTRICOS MT	
Conductor	HEPRZ1 50
Tipo de instalación	Bajo tubo
Nº de ternos o tubos	1
Distancia entre ternos o tubos (m)	0
Profundidad de la instalación (m)	1
Resistividad térmica del terreno	1,5
Temperatura del terreno (°C)	25
Intensidad (Sin factores) =	135
<b>Intensidad Máxima admisible (A) =</b>	<b>135</b>
Potencia (KW) =	40
Potencia (KVA) =	50
Tensión (KV) =	20
Longitud línea (m) =	10
cos fi	0,9
Tiempo fusión conductor (seg.) =	0,5
R (Ohm/km) =	0,822
X (Ohm/km) =	1,133
<b>Intensidad (A) =</b>	<b>1,28</b>
Momento Eléctrico (PL) =	0,72
Caida de tensión, V. (e) =	0,05
% Caída de tensión =	0,00
Pérdida de potencia (W) =	0,07
Pérdida de potencia (%) =	0,00
Densidad máxima de Icc (A/mm <sup>2</sup> )	126
Intensidad máx. de cortocircuito (KA)	6,30
Potencia de cortocircuito (MVA) =	126,00

### 2.3. – CANALIZACIONES

Los cables aislados podrán instalarse:

Directamente enterrados (en zanjas)

Entubados (dentro de tubos en toda su longitud)

Al aire (alojados en galerías) En el caso que nos ocupa, irán enterrados dentro de tubos en toda su longitud y distinguiremos entre canalización entubada enterrada bajo acera y canalización entubada en cruces de calzadas.

### 2.4 - CANALIZACIÓN ENTUBADA.

Estarán constituidos por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03.

En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán preferentemente de calas de tiro y excepcionalmente arquetas ciegas, para facilitar la manipulación.

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m para la colocación de dos tubos de 160 mm  $\varnothing$  aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. En las líneas de 20 kV con cables de 240mm<sup>2</sup> de  $\varnothing$ , se instalarán las tres fases por un solo tubo.

Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más de red de 160 mm $\varnothing$  destinado a este fin.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos.

En los planos y en las tablas del anexo, se dan varios tipos de disposición de tubos y a título orientativo, valores de las dimensiones de la zanja.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 0,05 m de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de arena con un espesor de 0.10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará todo-uno, zahorra o arena.

Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de homigón de H125 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

## **2.5 - DERIVACIONES**

No se admitirán derivaciones en T y en Y.

Las derivaciones de este tipo de líneas se realizarán desde las celdas de línea situadas en centros de transformación o reparto desde líneas subterráneas haciendo entrada y salida.

## **2.6. - PUESTA A TIERRA DE CUBIERTAS METÁLICAS**

Se conectarán a tierra las pantallas y amaduras de todas las fases en cada uno de los extremos y en puntos intermedios. Esto garantiza que no existan tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.

## **2.7. - PANTALLAS**

Tanto en el caso de pantallas de cables unipolares como de cables tripolares, se conectarán las pantallas a tierra en ambos extremos.

En el caso de cables instalados en galería, la instalación de puesta a tierra será única y accesible a lo largo de la galería, y será capaz de soportar la corriente máxima de defecto. Se pondrá a tierra las pantallas metálicas de los cables al realizar cada uno de los empalmes y terminaciones. De esta forma, en el caso de un defecto a masa lejano, se evitará la transmisión de tensiones peligrosas.

## **3.- PRESUPUESTO**



CAMPUS D' **PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL.**

OBJETO	concepto	cantidad	Precio unidad (€)	Precio total(€)
HEPRZ1	Línea 3X240mm2	10m	20	200
Tmh.2150/20-al	Botellas para celdas	2	200	400
Mano de obra	Trabajos en tensión	1	1500	1500
Revisión	Para administracion	1	300	300

total	2400€
21% I.V.A	504€
TOTAL + I.V.A.	2904€

YECLA 20 DE  
JULIO DE 2018

JACOB CANDELA PUCHE  
TFG GRADO DE INSTALACIONES  
ELECTRICAS

## **4.- PLANOS**



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

*TFG JACOB CANDELA PUCHE*

**PLANOS:**

1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.
2. PLANO DE RED ENTERRADA Y ZANJA.

PROYECTO: LINEA MEDIA TENSION GOMA COLCHONES

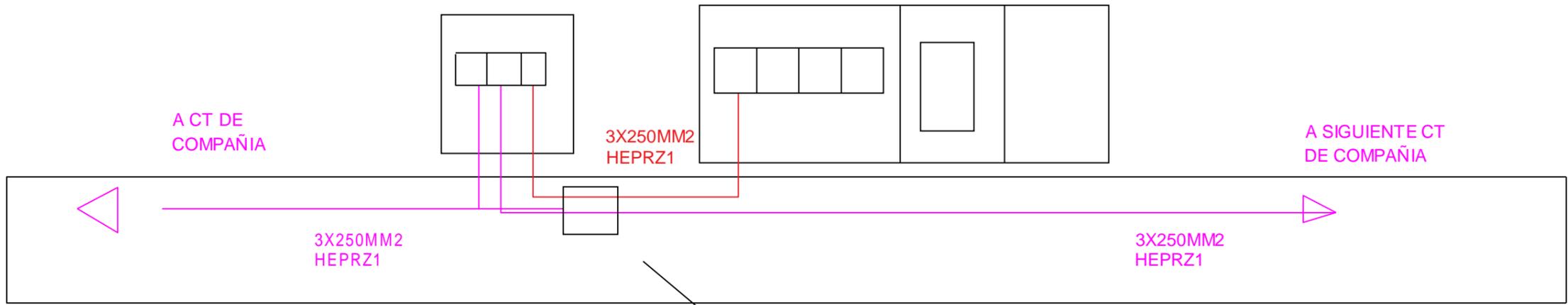
PLANO: PLANO DE SITUACION

AUTOR: JACOB CANDELA PUCHE

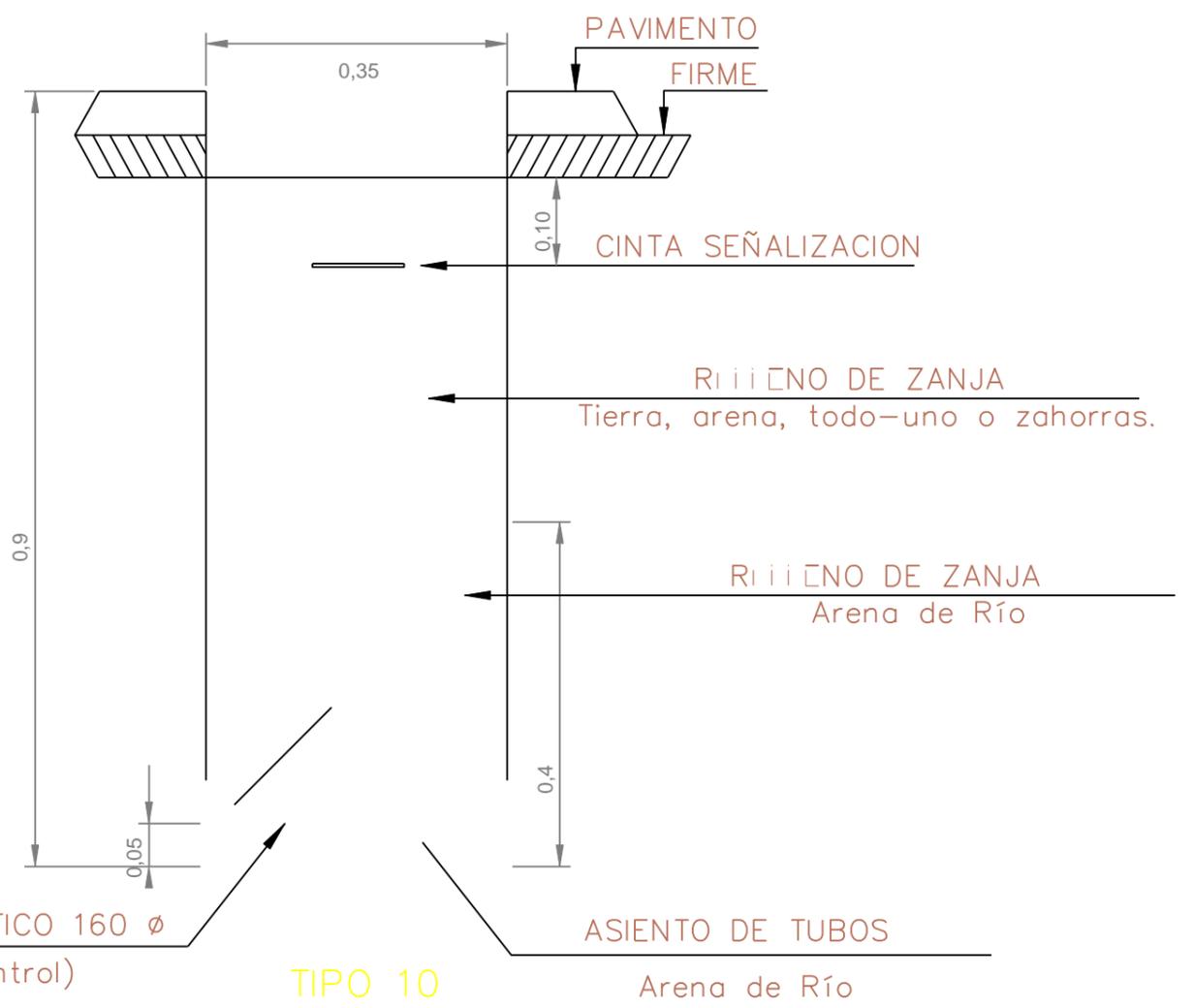
ESCALA:

FECHA:  
20-7-2018

Nº **1**



ANCHO ACERA: 2 METROS  
 PROFUNDIDAD DE LA ZANJA: 0.9 METROS



12.8562			
PROYECTO: LINEA DE MEDIA TENSION GOMA COLCHONES			
PLANO: PLANO DE ZANJA			<b>2</b>

# **ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LAS LINEAS SUBTERRANEAS DE BAJA TENSION.**

## **I N D I C E**

### **1.- OBJETO**

### **2.- CARACTERISTICAS DE LA OBRA**

- 2.1.- Descripción de las obras y situación
- 2.2.- Suministro de energía eléctrica
- 2.3.- Suministro de agua potable
- 2.4.- Vertido de aguas sucias de los Servicios Higiénicos
- 2.5.- Interferencias y servicios afectados

### **3.- MEMORIA**

- 3.1.- Obra civil
  - 3.1.1.- Movimiento de tierras y cimentaciones
  - 3.1.2.- Estructura
  - 3.1.3.- Cerramiento
  - 3.1.4.- Albañilería
- 3.2.- Montaje
  - 3.2.1.- Colocación de soportes y embarcados
  - 3.2.2.- Operaciones de Puesta en Tensión

### **4.- ASPECTOS GENERALES**

- 4.1.- Botiquines de obra

### **5.- NORMATIVA APLICABLE**

- 5.1.- Normas Oficiales

## **1.- OBJETO**

Dar cumplimiento a las disposiciones del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Así mismo es objeto de este Estudio de Seguridad dar cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes.

## **2.- CARACTERISTICAS DE LA OBRA**

### **2.1.- DESCRIPCION DE LAS OBRAS Y SITUACION**

La situación de la obra a realizar y la descripción de la misma se recoge en el Documento nº 1, Memoria, del presente proyecto.

### **2.2.- SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA**

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

### **2.3.- SUMINISTRO DE AGUA POTABLE**

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la obra.

### **2.4.- SERVICIOS HIGIENICOS**

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

Caso de no existir red de alcantarillado se dispondrá de un sistema que evite que las aguas fecales puedan afectar de algún modo al medio ambiente.

## **2.5.- INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS**

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante si existe mas de, una empresa en la ejecución de proyecto, deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección facultativa, que será quien resuelva en las mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

En obras de ampliación y/o remodelación de instalaciones en servicio, deberá existir un coordinador de Seguridad y Salud que habrá de reunir las características descritas en el párrafo anterior, quien resolverá las interferencias, adoptando las medidas oportunas que puedan derivarse.

## **3.- MEMORIA**

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividen los trabajos por unidades constructivas, dentro de los apartados de Obra civil y Montaje.

### **3.1.- OBRA CIVIL**

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención.

#### **3.1.1.- Movimiento de tierras y cimentaciones**

a.-) Riesgos más frecuentes

- Caídas a las zanjas.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- Atropellos causados por la maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.
- Lumbalgias.

b.-) Medidas de preventivas

- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previendo la posibilidad de lluvias o heladas.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada
- Las cargas de los camiones no sobrepasaran los limites establecidos y reglamentarios.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.

- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Establecer las entibaciones en las zonas que sean necesarias.

### **3.1.2.- Hormigonado de cimentaciones.**

#### a.-) Riesgos más frecuentes

- Golpes.
- Heridas.
- Caídas.
- Lumbalgias.

#### b.-) Medidas preventivas.

- Vigilar constantemente las posibles variaciones de la consistencia del terreno.
- Manipular de forma adecuada las canaletas para el vertido del hormigón.
- Se controlarán las maniobras de la hormigonera para evitar atrapamientos o atropellos.
- Los operarios deberán estar convenientemente protegidos de vibraciones y ruidos.
- Es obligado el uso de casco, guantes, gafas y botas de seguridad.

### **3.1.3.- Acopio, carga y descarga.**

#### a.-) Riesgos más frecuentes

- Golpes.
- Heridas.
- Caídas de la carga.
- Atrapamientos.

#### b.-) Medidas preventivas.

- Se revisará el buen estado de los estrobos.
- Se encontrará correctamente para evitar corrimientos de la carga.
- Se controlarán las maniobras del camión grúa para evitar atrapamientos o atropellos.
- Comprobar el buen funcionamiento de la grúa.
- Apoyar firmemente las patas de la grúa.
- Elevar la carga de forma suave y continuada.
- Vigilar que ningún operario esté situado en la vertical de la carga.
- Es obligado el uso de casco, guantes y botas de seguridad.

### **3.1.4.- Albañilería**

#### **a.-) Riesgos más frecuentes**

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafíos.
- Cortes y heridas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

#### **b.-) Medidas de prevención**

- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuara a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

### **3.2 MONTAJE**

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención y de protección:

#### **3.2.1.- Colocación de soportes y embarrados**

##### **a.-) Riesgos más frecuentes**

- Caídas al distinto nivel.
- Choques o Golpes.
- Proyección de partículas.
- Contacto eléctrico indirecto.

##### **b.-) Medidas de prevención**

- Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- Verificar que las escaleras portátiles disponen de elementos antideslizantes.
- Disponer de iluminación suficiente.
- Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuara a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

### 3.2.2.- Operaciones de puesta en tensión

#### a.-) Riesgos más frecuentes

- Contacto eléctrico en AT y BT.
- Arco eléctrico en AT y BT.
- Elementos candentes.

#### b.-) Medidas de prevención

- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.
- Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- Enclavar los aparatos de manobra.
- Poner a tierra y en cortocircuito.
- Señalizar la zona de trabajo.
- Apantallar en el caso de proximidad de elementos en Tensión.
- Informar por parte del Jefe de Trabajo a todos los componentes del grupo de la en que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

### 3.2.4 Tendido de conductores

#### a.-) Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura.
- Caída de objetos.
- Golpes.
- Heridas.
- Lumbalgias.

#### b.-) Medidas de prevención

- Comprobar el buen estado de aparejos, cuerda servicios y herramientas a utilizar.
- Todo el personal utilizará obligatoriamente casco, guantes y botas de seguridad.
- Los que trabajen en altura, utilizarán también cinturón de seguridad con arnés y cuerda paracaídas.
- Es obligatorio, incluso en los desplazamientos por la torre, estar sujeto a la cuerda de seguridad.
- Evitar los sobre esfuerzos, solicitando ayuda cuando se maneje material pesado.
- Todos los vehículos de brigada de las distintas fases de trabajo llevarán botiquín de primeros, auxilios y una camina..



#### **4.- ASPECTOS GENERALES**

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento de personal de, la Obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

##### **4.1.- BOTIQUIN DE OBRA.**

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

#### **5.- NORMATIVA APLICABLE**

##### **5.1.- NORMAS OFICIALES**

- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales del 8 de noviembre.
- Texto refundido de la Ley General de, la Seguridad Social. Decreto 2065/1974 de 30 de mayo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio, sobre utilización de equipos de Trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre utilización de equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, sobre Manipulación Manual de Cargas.
- OGSHT Título II Capítulo VI.
- Real Decreto Lugares de Trabajo.
- Real Decreto Señalización de Se



## **Bibliografía:**

### **Libros y material de aprendizaje, bien pdf web o físico.**

**Reglamento electrotécnico para baja tensión : RBT : Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002 /.**

#### **Instalaciones eléctricas de baja tensión**

**Rodríguez Fernández, Julián | Madrid : Paraninfo, 2012.**

#### **La guía completa sobre instalaciones eléctricas**

**Black & Decker | Balderas : Limusa-Wiley, cop. 2010.**

*Guía Técnica de aplicación al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión*

#### **Instalaciones eléctricas. Tomo I**

**Saavedra Silveira, Rubén | Barcelona : Ceac, D.L. 2009.**

[http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/rebt\\_guia.aspx](http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/rebt_guia.aspx)

guía sobre tierras:

[http://www.uco.es/electrotecnia-etsiam/reglamentos/Normativa\\_Sevillana/1\\_PRINCIPAL/Normas\\_Particulares\\_2005-Capitulo\\_IV.pdf](http://www.uco.es/electrotecnia-etsiam/reglamentos/Normativa_Sevillana/1_PRINCIPAL/Normas_Particulares_2005-Capitulo_IV.pdf)

tipos de proyectos:

<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5205/fichero/TOMO+IV+PLANOS%252F08+PLANOS.pdf>

Proyecto de clase de instalaciones urbanísticas.

Proyecto de clase de instalaciones electricas de baja tensión.

Temarios de asignatura instalaciones electricas de baja tensión.



Temarios de asignatura instalaciones urbanísticas

[http://www.aven.es/index.php?option=com\\_content&view=article&id=71&Itemid=143&lang=es](http://www.aven.es/index.php?option=com_content&view=article&id=71&Itemid=143&lang=es)

**reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.**

España Ministerio de Industria y Energía | Madrid : Ministerio de Industria y Energía, 1985.

**Reglamento técnico de líneas eléctricas aéreas de alta tensión**

L.

España Ministerio de Industria y Energía

**Webs formativas, bien de productos, blogs ejemplos etc:**

Página de materiales y características de schneider

<https://www.schneider-electric.es/es/>

página de materiales y características de sysled spain

<http://www.sysled.es/>

www.electromaterial

www.tecniman.com

[www.sumedelec.com](http://www.sumedelec.com)

Iberdrola distribución sa

[www.propoolwordpest.com](http://www.propoolwordpest.com)

[www.boe.es](http://www.boe.es)

[www.proyectostipo.com](http://www.proyectostipo.com)

[webmatal.com](http://webmatal.com)

[www.google.com](http://www.google.com)

[www.googletraductor.com](http://www.googletraductor.com)

[www.googlemaps.com](http://www.googlemaps.com)

**soporte de ejemplos reales con los que me he apoyado para realizar el proyecto:**

proyecto GOMARCO YECLA.

Proyecto ct ayuntamiento Lietor

Proyectos tipo Iberdrola de baja y media tensión

Programa siscet 8.0

Paquete de Microsoft office

Proyecto de diseño de un transformador de universidad Carlos III de Santiago perez palenciano.

Normas y contenidos sobre proyectos en la industria de Murcia.

Esta bibliografía es valida para las distintas partes del tfg, ya que la he hecho en común para todo.

Seguramente se me quedan cosas sin poner, blogs técnicos, webs electricas, pdfs de casos reales.

Se a adjuntado lo que se considera que mas a ayudado.

**20 DE JULIO DE 2018**  
**FDO :JACOB CANDELA PUCHE**

**TFG GRADO DE NGENIERIA ELECTRICA**



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

*TFG JACOB CANDELA PUCHE*

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR D'ALCOI

CENTRO DE TRANSFORMACION  
GOMA-COLCHONES

Trabajo Fin de Grado

GRADO DE INGENIERÍA ELECTRICA

**Autor:** JACOB CANDELA PUCHE

**Curso:** 2017-2018

**Titular: JACOB CANDELA PUCHE**

**Emplazamiento: PARAJE CERRO DE LA FUENTE, POLIGONO LAS TERESAS YECLA  
(MURCIA)**



## **ÍNDICE**

El presente proyecto está elaborado conforme al siguiente índice de apartados, en aquellos que le afectan.

## **1. MEMORIA.**

- 1.1. OBJETO DEL PROYECTO.
- 1.2. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES.
- 1.3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.
- 1.4. TITULAR INICIAL Y FINAL DEL C.T.
- 1.5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL C.T.
- 1.6. PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA.
- 1.7. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.
  - 1.7.1. Local.
  - 1.7.2. Instalación Eléctrica.
    - 1.7.2.1. Características de la Red de Alimentación.
    - 1.7.2.2. Características de la aparamenta de Alta Tensión.
    - 1.7.2.3. Características material vario de Alta Tensión.
    - 1.7.2.4. Características de la aparamenta de Baja Tensión.
  - 1.7.3. Medida de la Energía Eléctrica.
  - 1.7.4. Puesta a Tierra.
    - 1.7.4.1. Tierra de Protección.
    - 1.7.4.2. Tierra de Servicio.
    - 1.7.4.3. Tierras interiores.
  - 1.7.5. Instalaciones Secundarias.
    - 1.7.5.1. Alumbrado.
    - 1.7.5.2. Baterías de Condensadores.
    - 1.7.5.3. Protección contra Incendios.
    - 1.7.5.4. Ventilación.
    - 1.7.5.5. Medidas de Seguridad.

## **2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.**

- 2.1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.
- 2.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.
- 2.3. CORTOCIRCUITOS.
  - 2.3.1. Observaciones.
  - 2.3.2. Calculo de las Corrientes de Cortocircuito.
  - 2.3.3. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.
  - 2.3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.
- 2.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.
  - 2.4.1. Comprobación por densidad de corriente.
  - 2.4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica.
  - 2.4.3. Comprobación por sollicitación térmica.
- 2.5. SELECCIÓN DE FUSIBLES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.
- 2.6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.
- 2.7. DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.
- 2.8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.
  - 2.8.1. Investigación de las características del suelo.
  - 2.8.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra, y del tiempo máximo de eliminación del defecto.
  - 2.8.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra.
  - 2.8.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.
  - 2.8.5. Cálculo de las tensiones de paso interior de la instalación.
  - 2.8.6. Cálculo de las tensiones de paso exterior de la instalación.
  - 2.8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.
  - 2.8.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior (por tuberías, raíles, etc.) y estudio de las formas de eliminación o reducción.
  - 2.8.9. Corrección y ajuste del diseño inicial, estableciendo el definitivo.

### **3. PLIEGOS DE CONDICIONES.**

- 3.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES.
  - 3.1.1. Obra Civil.
  - 3.1.2. Aparamenta de Alta Tensión.
  - 3.1.3. Transformadores.
  - 3.1.4. Equipos de Medida.
- 3.2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.
- 3.3. PRUEBAS REGLAMENTARIAS.
- 3.4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.
- 3.5. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.
- 3.6. LIBRO DE ÓRDENES.

### **4. PRESUPUESTO.**

- 4.1. OBRA CIVIL.
- 4.2. APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.
- 4.3. TRANSFORMADORES.
- 4.4. EQUIPOS DE BAJA TENSIÓN.
- 4.5. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.
- 4.6. VARIOS.
- 4.7. PRESUPUESTO TOTAL.

### **5. PLANOS.**

- 5.1. SITUACIÓN.
- 5.2. ESQUEMA UNIFILAR
- 5.3. PLANTA Y ALZADO.
- 5.4. TOMAS DE TIERRA.
- 5.5. ZANJAS

### **6. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

- 6.1. OBJETO
- 6.2. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA OBRA.
  - 6.2.1. Descripción de la obra y situación.
  - 6.2.2. Suministro de energía eléctrica.
  - 6.2.3. Suministro de agua potable.
  - 6.2.4. Servicios higiénicos.
  - 6.2.5. Servidumbre y condicionantes.
- 6.3. RIESGOS LABORABLES EVITABLES COMPLETAMENTE.
- 6.4. RIESGOS LABORABLES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE.
  - 6.4.1. Toda la obra.
  - 6.4.2. Movimientos de tierras.
  - 6.4.3. Montaje y puesta en tensión.
    - 6.4.3.1. Descarga y montaje de elementos prefabricados.
    - 6.4.3.2. Puesta en tensión.
- 6.5. TRABAJOS LABORABLES ESPECIALES.
- 6.6. INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA.
- 6.7. PREVISIONES PARA TRABAJOS POSTERIORES.
- 6.8. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA.



## **MEMORIA**

## **1. MEMORIA.**

### **1.1. OBJETO DEL PROYECTO.**

El objeto del presente proyecto es especificar las condiciones técnicas, de ejecución y económicas de un centro de transformación de características normalizadas cuyo fin es suministrar energía eléctrica en baja tensión.

### **1.2. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES.**

Para la elaboración del proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, aprobada por Real Decreto 337/2014 de 9 de mayo de 2014.
- Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Ley 24/2013 de 26 de diciembre de Regulación del Sector Eléctrico.
- Normas UNE/IEC y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de IBERDROLA.
- Especificación técnica de Iberdrola NI.50.42.11 "Celdas de alta tensión bajo envolvente metálica hasta 36 kV, prefabricadas, con dieléctrico de SF6, para CT".
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento correspondiente.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

### **1.3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.**

el emplazamiento del CT será en la calle cerro de la Fuente, del polígono de las Teresas Yecla(Murcia), en el linde de la nave industrial GOMA-COLCHONES".

### **1.4. TITULAR INICIAL Y FINAL DEL C.T.**

La Instalación será de propiedad de la empresa GOMA COLCHONES, y se quedará en propiedad de la misma para posibles ampliaciones de potencia en un futuro.

### **1.5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.**

El centro de transformación objeto del presente proyecto será de tipo interior, empleando para su aparellaje

celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según norma UNE-EN 62271-200.

La acometida al mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 20 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora IBERDROLA.

#### \* CARACTERÍSTICAS CELDAS SM6

Las celdas a emplear serán de la serie SM6 de Schneider Electric, celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

Responderán en su concepción y fabricación a la definición de apartamento bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-200.

Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento del juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables.
- d) Compartimento de mando.
- e) Compartimento de control.

### 1.6. PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN kVA.

Este CT se ha proyectado y posteriormente creado para abastecer las necesidades de energía eléctrica de la empresa GOMA-COLCHONES.

### 1.7. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

#### 1.7.1. Local.

El Centro estará ubicado en una caseta independiente destinada únicamente a esta finalidad.

La caseta será de construcción prefabricada de hormigón tipo EHC-6T2D con una puerta peatonal de Schneider Electric, de dimensiones 6.440 x 2.500 y altura útil 2.535 mm., cuyas características se describen en esta memoria.

El acceso al C.T. estará restringido al personal de la Cía Eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. Se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la Cía Eléctrica.

Se tratará de una construcción prefabricada de hormigón COMPACTO modelo EHC de Schneider Electric.

Las características más destacadas del prefabricado de la serie EHC serán:

#### \* COMPACIDAD.

Esta serie de prefabricados se montarán enteramente en fábrica. Realizar el montaje en la propia fábrica

supondrá obtener:

- calidad en origen,
- reducción del tiempo de instalación,
- posibilidad de posteriores traslados.

\* FACILIDAD DE INSTALACIÓN.

La innecesaria cimentación y el montaje en fábrica permitirán asegurar una cómoda y fácil instalación.

\* MATERIAL.

El material empleado en la fabricación de las piezas (bases, paredes y techos) es hormigón armado. Con la justa dosificación y el vibrado adecuado se conseguirán unas características óptimas de resistencia característica (superior a 250 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de su fabricación) y una perfecta impermeabilización.

\* EQUIPOTENCIALIDAD.

La propia armadura de mallazo electrosoldado garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Como se indica en la RU 1303A, las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema de equipotencial. Entre la armadura equipotencial, embebida en el hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10.000 ohmios (RU 1303A).

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

\* IMPERMEABILIDAD.

Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre éstos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

\* GRADOS DE PROTECCIÓN.

Serán conformes a la UNE 20324/93 de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será de IP23, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será de IP33.

Los componentes principales que formarán el edificio prefabricado son los que se indican a continuación:

\* ENVOLVENTE.

La envolvente (base, paredes y techos) de hormigón armado se fabricará de tal manera que se cargará sobre camión como un solo bloque en la fábrica.

La envolvente estará diseñada de tal forma que se garantizará una total impermeabilidad y equipotencialidad del conjunto, así como una elevada resistencia mecánica.

En la base de la envolvente irán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja Tensión. Estos orificios son partes debilitadas del hormigón que se deberán romper (desde el interior del prefabricado) para realizar la acometida de cables.

\* SUELOS.

Estarán constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado apoyados en un extremo sobre unos soportes metálicos en forma de U, los cuales constituirán los huecos que permitirán la conexión de cables en las celdas. Los huecos que no queden cubiertos por las celdas o cuadros eléctricos se taparán con unas placas

fabricadas para tal efecto. En la parte frontal se dispondrán unas placas de peso reducido que permitirán el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables.

**\* PUERTAS Y REJILLAS DE VENTILACIÓN.**

Estarán construidas en chapa de acero galvanizado recubierta con pintura epoxy. Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hará muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180° hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90° con un retenedor metálico.

## **1.7.2. Instalación Eléctrica.**

### **1.7.2.1. Características de la Red de Alimentación.**

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterráneo a una tensión de 20 kV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 350 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

### **1.7.2.2. Características de la Aparata de Alta Tensión.**

**\* CARACTERÍSTICAS GENERALES CELDAS SM6**

- Tensión asignada: 24 kV.
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
  - a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 50 kV ef.
  - a impulso tipo rayo: 125 kV cresta.
- Intensidad asignada en funciones de línea: 400-630 A.
- Intensidad asignada en interrup. automat. 400-630 A.
- Intensidad asignada en ruptofusibles. 200 A.
- Intensidad nominal admisible durante un segundo: 16 kA ef.
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible: 40 Ka cresta,  
es decir, 2.5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración.
  
- Grado de protección de la envolvente: IP2X / IK08.
  
- Puesta a tierra.

El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE-EN 62271-200 , y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.

- Embarrado.

El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos.

**\* CELDAS:**

\* CELDA DE LINEA

Celda Schneider Electric de interruptor-seccionador gama SM6, modelo IM, de dimensiones: 375 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A.
- Interruptor-seccionador de corte en SF6 de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Seccionador de puesta a tierra en SF6.
- Indicadores de presencia de tensión.
- Mando CIT manual.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Bornes para conexión de cable.

Estas celdas estarán preparadas para una conexión de cable seco monofásico de sección máxima de 240 mm<sup>2</sup>.

\* CELDA DE PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR-FUSIBLES COMBINADOS.

Celda Schneider Electric de protección general con interruptor y fusibles combinados gama SM6, modelo QMBD, de dimensiones: 375 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad y 1.600 mm. de altura, conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A, para conexión superior con celdas adyacentes.
- Interruptor-seccionador en SF6 de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA., equipado con bobina de apertura a emisión de tensión a 220 V 50 Hz.
- Mando CI1 manual de acumulación de energía.
- Tres cortacircuitos fusibles de alto poder de ruptura con baja disipación térmica tipo MESA CF (DIN 43625), de 24kV, y calibre 40 A.
- Señalización mecánica de fusión fusibles.
- Indicadores de presencia de tensión con lámparas.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra de doble brazo (aguas arriba y aguas abajo de los fusibles).
- Relé autoalimentado a partir de 5A de fase para la protección indirecta de sobrecarga y homopolar modelo PRQ de Schneider Electric, asociado a la celda de protección. Se asociará a tres toroidales, que provocará la apertura del interruptor cuando se detecte una sobrecarga o una corriente homopolar superior o igual al umbral de sensibilidad preseleccionado y después de la temporización definida.
- Enclavamiento por cerradura tipo C4 impidiendo el cierre del seccionador de puesta a tierra y el acceso a los fusibles en tanto que el disyuntor general B.T. no esté abierto y enclavado. Dicho enclavamiento impedirá además el acceso al transformador si el seccionador de puesta a tierra de la celda QM no se ha cerrado previamente.

**\* CELDA DE MEDIDA.**

Celda Schneider Electric de medida de tensión e intensidad con entrada y salida inferior por cable gama SM6, modelo GBC2C, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.038 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolar de 400 A y 16 kA.
- Entrada y salida por cable seco.
- 3 Transformadores de intensidad de relación 15-30/ 5 A cl.10VA CL. 0.5S, Ith= 200 In, gama extendida al 150% y aislamiento 24 kV.
- 3 Transformadores de tensión unipolares, de relación 22000:V3/110:V3 10VA CL. 0.2, potencia a contratar de 630 kW, Ft= 1,9 y aislamiento 24 kV.

**\* TRANSFORMADOR:**

**\* TRANSFORMADOR 1**

Será una máquina trifásica reductora de tensión, referencia TRIHAL630-24, siendo la tensión entre fases a la entrada de 20 kV y la tensión a la salida en vacío de 420V entre fases y 242V entre fases y neutro(\*).

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural (AN), modelo TRIHAL de Schneider Electric, encapsulado en resina epoxy (aislamiento seco-clase F).

El transformador tendrá los bobinados de AT encapsulados y moldeados en vacío en una resina epoxi con carga activa compuesta de alúmina trihidratada, consiguiendo así un encapsulado ignífugo autoextinguible. Los bobinados en BT serán resistentes a una tensión de frecuencia industrial de 10kV.

Los arrollamientos de A.T. se realizarán con bobinado continuo de gradiente lineal sin entrecapas, con lo que se conseguirá un nivel de descargas parciales inferior o igual a 10 pC. Se exigirá en el protocolo de ensayos que figuren los resultados del ensayo de descargas parciales.

Por motivos de seguridad en el centro se exigirá que los transformadores cumplan con los ensayos climáticos definidos en el documento de armonización HD 464 S1:

- Ensayos de choque térmico (nivel C3),
- Ensayos de condensación y humedad (nivel E3),
- Ensayo de comportamiento ante el fuego (nivel F1).

No se admitirán transformadores secos que no cumplan estas especificaciones. Además se le exigirá al fabricante una garantía de 5 años si se cumplen y se certifican las condiciones de instalación indicadas por el mismo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a las normas UNE 21538-1, EN 50881-1 y al Reglamento Europeo (UE) 548/2014 de ecodiseño de transformadores, siendo las siguientes:

- Potencia nominal: 630 kVA.
- Tensión nominal primaria: 20.000 V.
- Regulación en el primario: +/-2,5%, +/-5%.



- Tensión nominal secundaria en vacío: 420 V.
- Tensión de cortocircuito: 6 %.
- Grupo de conexión: Dyn11.
- Nivel de aislamiento:
  - Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s 125 kV.
  - Tensión de ensayo a 50 Hz, 1 min, 50 kV.

(\*)Tensiones según:

- UNE 21301
- UNE 21538-1

#### CONEXIÓN EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN:

- Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm<sup>2</sup> en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

#### CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN:

- Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RV, aislamiento 0.6/1 kV, de 3x240 mm<sup>2</sup> Al para las fases y de 2x240 mm<sup>2</sup> Al para el neutro.

#### DISPOSITIVO TÉRMICO DE PROTECCIÓN.

- Equipo de sondas PT100 de temperatura y termómetro digital MB103, para protección térmica de transformador, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, protegidas contra sobrentensidadas, instalados.

#### 1.7.2.3. Características material vario de Alta Tensión.

##### \* EMBARRADO GENERAL CELDAS SM6.

El embarrado general de las celdas SM6 se construye con tres barras aisladas de cobre dispuestas en paralelo.

##### \* PIEZAS DE CONEXIÓN CELDAS SM6.

La conexión del embarrado se efectúa sobre los bornes superiores de la envolvente del interruptor-seccionador con la ayuda de repartidores de campo con tornillos imperdibles integrados de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 2.8 m.da.N.

#### 1.7.2.4. Características de la aparamenta de Baja Tensión.

Los aparatos de protección en las salidas de Baja Tensión del Centro de Transformación no forman parte de este proyecto sino del proyecto de las instalaciones eléctricas de Baja Tensión.

### 1.7.3. Medida de la Energía Eléctrica.

La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

El cuadro de contadores estará formado por un armario de doble aislamiento de HIMEL modelo PLA-753/AT-ID de dimensiones 750 mm de alto x 500 mm de ancho y 320 mm de fondo, equipado de los siguientes elementos:

- Contador de realación abierta(lectura indirecta).  
Contador de activa de 4 hilos clase 1,  
 $2\text{MW} < P < 10 \text{ MW}$  ó  $6000 \text{ MW h} < \text{energía/año} < 30000 \text{ MW h}$ ,  
contador de reactiva 4 hilos clase 3.
- Interruptor horario doble tarifa HZ8112 de Schlumberger ó interruptor horario triple tarifa Cronotax(ORBIS).
- Regleta de verificación 10 elementos Ciama (4 hilos).
- Registrador local de medidas con capacidad de lectura directa de la memoria del contado. Registro de curvas de carga horaria y cuartohoraria.
- Modem para comunicación remota.
- Elementos de conexión.
- Equipos de protección necesarios.

### 1.7.4. Puesta a Tierra.

#### 1.7.4.1. Tierra de Protección.

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de

protección.

#### **1.7.4.2. Tierra de Servicio.**

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida, según se indica en el apartado de "Cálculo de la instalación de puesta a tierra" del capítulo 2 de este proyecto.

#### **1.7.4.3. Tierras interiores.**

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre aislado formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

#### **1.7.5. Instalaciones Secundarias.**

##### **1.7.5.1. Alumbrado.**

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux .

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará los accesos al centro de transformación.

##### **1.7.5.2. Baterías de Condensadores.**

No se instalarán baterías de condensadores, se dejará previsión para esta en el hueco de reserva de la caseta del CT.

### 1.7.5.3. Protección contra Incendios.

De acuerdo con la instrucción MIERAT 14, se dispondrá como mínimo de un extintor de eficacia equivalente 89 B.

### 1.7.5.4. Ventilación.

La ventilación del centro de transformación se realizará mediante las rejas de entrada y salida de aire junto con un sistema mecánico adecuado para proporcionar un caudal de ventilación al transformador que lo requiera.

Estas rejas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

La justificación técnica de la correcta ventilación del centro se encuentra en el apartado 2.6. de este proyecto.

### 1.7.5.5. Medidas de Seguridad.

#### \* SEGURIDAD EN CELDAS SM6

Las celdas tipo SM6 dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la Norma UNE-EN 62271-200, y que serán los siguientes:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Además de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras según se indica en anteriores apartados.



## **CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

## 2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

### 2.1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.

En un sistema trifásico, la intensidad primaria  $I_p$  viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

$S$  = Potencia del transformador en kVA.

$U$  = Tensión compuesta primaria en kV = 20 kV.

$I_p$  = Intensidad primaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	$I_p$ (A)
630	18.19

siendo la intensidad total primaria de 18.19 Amperios.

### 2.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.

En un sistema trifásico la intensidad secundaria  $I_s$  viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

$S$  = Potencia del transformador en kVA.

$W_{fe}$  = Pérdidas en el hierro.

$W_{cu}$  = Pérdidas en los arrollamientos.

$U$  = Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios = 0.4 kV.

$I_s$  = Intensidad secundaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	Pérdidas totales en transformador (kW)	$I_s$ (A)
630	8.7	896.77

## 2.3. CORTOCIRCUITOS.

### 2.3.1. Observaciones.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 350 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Compañía suministradora.

### 2.3.2. Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito.

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

$S_{cc}$  = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.

$U$  = Tensión primaria en kV.

$I_{ccp}$  = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de baja tensión:

No la vamos a calcular ya que será menor que la calculada en el punto anterior.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión):

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} * \frac{U_{cc}}{100} * U_s}$$

Siendo:

$S$  = Potencia del transformador en kVA.

$U_{cc}$  = Tensión porcentual de cortocircuito del transformador.

$U_s$  = Tensión secundaria en carga en voltios.

$I_{ccs}$  = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

### 2.3.3. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente con:

$$S_{cc} = 350 \text{ MVA.}$$

$$U = 20 \text{ kV.}$$

y sustituyendo valores tendremos una intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de A.T. de:

$$I_{ccp} = 10.1 \text{ kA.}$$

### 2.3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente y sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	U <sub>cc</sub> (%)	I <sub>ccs</sub> (kA)
630	6	15.16

Siendo:

- U<sub>cc</sub>: Tensión de cortocircuito del transformador en tanto por ciento.
- I<sub>ccs</sub>: Intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión.

### 2.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

### 2.5. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.

#### \* ALTA TENSIÓN.

Los cortacircuitos fusibles son los limitadores de corriente, produciéndose su fusión, para una intensidad determinada, antes que la corriente haya alcanzado su valor máximo. De todas formas, esta protección debe permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío, soportar la intensidad en servicio continuo y sobrecargas eventuales y cortar las intensidades de defecto en los bornes del secundario del transformador.

Como regla práctica, simple y comprobada, que tiene en cuenta la conexión en vacío del transformador y evita el envejecimiento del fusible, se puede verificar que la intensidad que hace fundir al fusible en 0,1 segundo es siempre superior o igual a 14 veces la intensidad nominal del transformador.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia del transformador a proteger.

Sin embargo, en el caso de utilizar como interruptor de protección del transformador un disyuntor en atmósfera de hexafluoruro de azufre, y ser éste el aparato destinado a interrumpir las corrientes de cortocircuito cuando se produzcan, no se instalarán fusibles para la protección de dicho transformador.

Potencia del transformador (kVA)	Intensidad nominal del fusible de A.T. (A)
630	40

El calibre de los fusibles de la celda de protección general será de 40 A.

#### \* BAJA TENSIÓN.

Los elementos de protección de las salidas de Baja Tensión del C.T. no serán objeto de este proyecto sino del proyecto de las instalaciones eléctricas de Baja Tensión.

## 2.6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.

Las rejillas de ventilación de los edificios prefabricados EHC están diseñadas y dispuestas sobre las paredes. Se requiere disponer de extractores de caudal adecuados para la ventilación forzada del primer transformador de 630 kVA, de manera que la circulación del aire ventile eficazmente la sala del transformador. El diseño se ha realizado cumpliendo los ensayos de calentamiento según la norma UNE-EN 62271-102, tomando como base de ensayo los transformadores de 1000 KVA según la norma UNE 21428-1. Todas las rejillas de ventilación van provistas de una tela metálica mosquitero. El prefabricado ha superado los ensayos de calentamiento realizados en LCOE con número de informe 200506330341.

## 2.7. DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.

Al utilizar técnica de transformador encapsulado en resina epoxy, no es necesario disponer de un foso para la recogida de aceite, al no existir éste.

## 2.8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

### 2.8.1. Investigación de las características del suelo.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial  $\sigma = 250 \Omega.m$ .

### 2.8.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora (IBERDROLA), el tiempo máximo de de de 0.2s.

Por otra parte, los valores de la impedancia de puesta a tierra del neutro, corresponden a:

$R_n = 0 \Omega$  y  $X_n = 5.7 \Omega$ . con

$$|Z_n| = \sqrt{R_n^2 + X_n^2}$$

La intensidad máxima de defecto se producirá en el caso hipotético de que la resistencia de puesta a tierra del Cen sea nula. Dicha intensidad será, por tanto igual a:

$$I_{d(máx)} = \frac{U_{S(máx)}}{\sqrt{3} Z_n}$$

con lo que el valor obtenido es  $I_d = 2025.79$  A, valor que la Compañía redondea o toma como valor genérico de 2228 A.

### 2.8.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra.

#### \* TIERRA DE PROTECCIÓN.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: código 20-20/5/42 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.135 \Omega/(\Omega \cdot m).$$

$$K_p = 0.0335 \text{ V}/(\Omega \cdot m \cdot A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 4 picas en disposición rectangular unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de  $50 \text{ mm}^2$  de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 2.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 8 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros  $K_r$  y  $K_p$  de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

#### \* TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los

transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

- Identificación: código 5/62 del método de cálculo de tierras de UNESA.
- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.073 \Omega/(\Omega \cdot m).$$

$$K_p = 0.012 V/(\Omega \cdot m \cdot A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 6 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros  $K_r$  y  $K_p$  de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37  $\Omega$ . Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA., no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios (=37 x 0,650).

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión. Dicha separación está calculada en el apartado 2.8.8.

#### 2.8.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.

##### \* TIERRA DE PROTECCIÓN.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro ( $R_t$ ), intensidad y tensión de defecto correspondientes ( $I_d$ ,  $U_d$ ), utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra,  $R_t$ :

$$R_t = K_r \cdot \sigma .$$

- Intensidad de defecto,  $I_d$ :

$$I_d = \frac{U_{smax} V}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

donde  $U_{smax}=20$

- Tensión de defecto, Ud:

$$U_d = I_d * R_t .$$

Siendo:

$$\sigma = 250 \Omega.m.$$

$$K_r = 0.073 \Omega./(\Omega. m).$$

se obtienen los siguientes resultados:

$$R_t = 18.3 \Omega.$$

$$I_d = 603.94 A.$$

$$U_d = 11021.9 V.$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada ( $U_d$ ), por lo que deberá ser como mínimo de Voltios.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro, y por ende no afecten a la red de Baja Tensión.

Comprobamos asimismo que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 Amperios, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

\* TIERRA DE SERVICIO.

$$R_t = K_r * \sigma = 0.073 * 250 = 18.3 \Omega.$$

que vemos que es inferior a  $37 \Omega$ .

### 2.8.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_p = K_p * \sigma * I_d = 0.012 * 250 * 603.94 = 1811.8 V.$$

### 2.8.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

El piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, está sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

El edificio prefabricado de hormigón EHC estará construido de tal manera que, una vez fabricado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldadura eléctrica.

Esta armadura equipotencial se conectará al sistema de tierras de protección (excepto puertas y rejillas, que como ya se ha indicado no tendrán contacto eléctrico con el sistema equipotencial; debiendo estar aisladas de la armadura con una resistencia igual o superior a 10.000 ohmios a los 28 días de fabricación de las paredes).

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_p \text{ acceso} = U_d = R_t * I_d = 18.3 * 603.94 = 11021.9 \text{ V.}$$

### 2.8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios que se puede aceptar, será conforme a la Tabla 1 de la ITC-RAT 13 de instalaciones de puestas a tierra que se transcribe a continuación:

Duración de la corriente de falta, $t_f$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, $U_{ca}$ (V)
0.05	735
0.1	633
0.2	528
0.3	420
0.4	310
0.5	204
1.0	107

El valor de tiempo de duración de la corriente de falta proporcionada por la compañía eléctrica suministradora es de 0.2 seg., dato que aparece en la tabla adjunta, por lo que la máxima tensión de contacto aplicada admisible al cuerpo humano es:

$$U_{ca} = 528 \text{ V}$$

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro, emplearemos las siguientes expresiones:

$$U_{P(\text{exterior})} = 10U_{ca} \left( 1 + \frac{2R_{a1} + 6\sigma}{1000} \right)$$

$$U_{P(\text{acceso})} = 10U_{ca} \left( 1 + \frac{2R_{a1} + 3\sigma + 3\sigma_h}{1000} \right)$$

Siendo:

$U_{ca}$  = Tensiones de contacto aplicada = 528 V

$R_{a1}$  = Resistencia del calzado = 2.000  $\Omega$ .m

$\sigma$  = Resistividad del terreno = 250  $\Omega$ .m

$\sigma_h$  = Resistividad del homigón = 3.000  $\Omega$ .m

obtenemos los siguientes resultados:

$$U_p(\text{exterior}) = 34320 \text{ V}$$

$$U_p(\text{acceso}) = 77880 \text{ V}$$

Así pues, comprobamos que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- en el exterior:

$$U_p = 1811.8 \text{ V.} < U_p(\text{exterior}) = 34320 \text{ V.}$$

- en el acceso al C.T.:

$$U_d = 11021.9 \text{ V.} < U_p(\text{acceso}) = 77880 \text{ V.}$$

### 2.8.8. Investigación de tensiones transferibles al exterior.

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima  $D_{mín}$ , entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{mín} = \frac{\sigma \cdot I_d}{2.000 \cdot \pi}$$

con:

$$\sigma = 250 \text{ } \Omega \cdot \text{m.}$$

$$I_d = 603.94 \text{ A.}$$

obtenemos el valor de dicha distancia:

$$D_{mín} = 24.03 \text{ m.}$$

### 2.8.9. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

20 DE JULIO DE 2018  
JACOB CANDELA PUCHE  
TFG INGENIERIA ELECTRICA

## CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

## 2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

### 2.1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.

En un sistema trifásico, la intensidad primaria  $I_p$  viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

$S$  = Potencia del transformador en kVA.

$U$  = Tensión compuesta primaria en kV = 20 kV.

$I_p$  = Intensidad primaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	$I_p$ (A)
630	18.19

siendo la intensidad total primaria de 18.19 Amperios.

### 2.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.

En un sistema trifásico la intensidad secundaria  $I_s$  viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

$S$  = Potencia del transformador en kVA.

$W_{fe}$  = Pérdidas en el hierro.

$W_{cu}$  = Pérdidas en los arrollamientos.

$U$  = Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios = 0.4 kV.

$I_s$  = Intensidad secundaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	Pérdidas totales en transformador (kW)	$I_s$ (A)
630	8.7	896.77

## 2.3. CORTOCIRCUITOS.

### 2.3.1. Observaciones.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 350 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Compañía suministradora.

### 2.3.2. Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito.

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

$S_{cc}$  = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.

$U$  = Tensión primaria en kV.

$I_{ccp}$  = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de baja tensión:

No la vamos a calcular ya que será menor que la calculada en el punto anterior.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión):

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} * \frac{U_{cc}}{100} * U_s}$$

Siendo:

$S$  = Potencia del transformador en kVA.

$U_{cc}$  = Tensión porcentual de cortocircuito del transformador.

$U_s$  = Tensión secundaria en carga en voltios.

$I_{ccs}$  = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

### 2.3.3. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente con:



$$S_{cc} = 350 \text{ MVA.}$$

$$U = 20 \text{ kV.}$$

y sustituyendo valores tendremos una intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de A.T. de:

$$I_{ccp} = 10.1 \text{ kA.}$$

### 2.3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente y sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	U <sub>cc</sub> (%)	I <sub>ccs</sub> (kA)
630	6	15.16

Siendo:

- U<sub>cc</sub>: Tensión de cortocircuito del transformador en tanto por ciento.
- I<sub>ccs</sub>: Intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión.

### 2.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

### 2.5. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.

#### \* ALTA TENSIÓN.

Los cortacircuitos fusibles son los limitadores de corriente, produciéndose su fusión, para una intensidad determinada, antes que la corriente haya alcanzado su valor máximo. De todas formas, esta protección debe permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío, soportar la intensidad en servicio continuo y sobrecargas eventuales y cortar las intensidades de defecto en los bornes del secundario del transformador.

Como regla práctica, simple y comprobada, que tiene en cuenta la conexión en vacío del transformador y evita el envejecimiento del fusible, se puede verificar que la intensidad que hace fundir al fusible en 0,1 segundo es siempre superior o igual a 14 veces la intensidad nominal del transformador.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia del transformador a proteger.

Sin embargo, en el caso de utilizar como interruptor de protección del transformador un disyuntor en atmósfera de hexafluoruro de azufre, y ser éste el aparato destinado a interrumpir las corrientes de cortocircuito cuando se produzcan, no se instalarán fusibles para la protección de dicho transformador.



Potencia del transformador (kVA)	Intensidad nominal del fusible de A.T. (A)
630	40

El calibre de los fusibles de la celda de protección general será de 40 A.

#### \* BAJA TENSIÓN.

Los elementos de protección de las salidas de Baja Tensión del C.T. no serán objeto de este proyecto sino del proyecto de las instalaciones eléctricas de Baja Tensión.

## 2.6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.

Las rejillas de ventilación de los edificios prefabricados EHC están diseñadas y dispuestas sobre las paredes. Se requiere disponer de extractores de caudal adecuados para la ventilación forzada del primer transformador de 630 kVA, de manera que la circulación del aire ventile eficazmente la sala del transformador. El diseño se ha realizado cumpliendo los ensayos de calentamiento según la norma UNE-EN 62271-102, tomando como base de ensayo los transformadores de 1000 KVA según la norma UNE 21428-1. Todas las rejillas de ventilación van provistas de una tela metálica mosquitero. El prefabricado ha superado los ensayos de calentamiento realizados en LCOE con número de informe 200506330341.

## 2.7. DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.

Al utilizar técnica de transformador encapsulado en resina epoxy, no es necesario disponer de un foso para la recogida de aceite, al no existir éste.

## 2.8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

### 2.8.1. Investigación de las características del suelo.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial  $\sigma = 250 \Omega.m$ .

### 2.8.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora (IBERDROLA), el tiempo máximo de de de 0.2s.

Por otra parte, los valores de la impedancia de puesta a tierra del neutro, corresponden a:

$R_n = 0 \Omega$  y  $X_n = 5.7 \Omega$ . con

$$|Z_n| = \sqrt{R_n^2 + X_n^2}$$

La intensidad máxima de defecto se producirá en el caso hipotético de que la resistencia de puesta a tierra del Cen sea nula. Dicha intensidad será, por tanto igual a:

$$I_{d(máx)} = \frac{U_{S(máx)}}{\sqrt{3} Z_n}$$

con lo que el valor obtenido es  $I_d = 2025.79$  A, valor que la Compañía redondea o toma como valor genérico de 2228 A.

### 2.8.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra.

#### \* TIERRA DE PROTECCIÓN.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: código 20-20/5/42 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.135 \Omega/(\Omega \cdot m).$$

$$K_p = 0.0335 V/(\Omega \cdot m \cdot A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 4 picas en disposición rectangular unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de  $50 \text{ mm}^2$  de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 2.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 8 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros  $K_r$  y  $K_p$  de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

#### \* TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los

transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

- Identificación: código 5/62 del método de cálculo de tierras de UNESA.
- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.073 \Omega/(\Omega \cdot m).$$
$$K_p = 0.012 V/(\Omega \cdot m \cdot A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 6 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros  $K_r$  y  $K_p$  de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37  $\Omega$ . Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA., no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios (=37 x 0,650).

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión. Dicha separación está calculada en el apartado 2.8.8.

#### 2.8.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.

##### \* TIERRA DE PROTECCIÓN.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro ( $R_t$ ), intensidad y tensión de defecto correspondientes ( $I_d$ ,  $U_d$ ), utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra,  $R_t$ :

$$R_t = K_r \cdot \sigma .$$

- Intensidad de defecto,  $I_d$ :

$$I_d = \frac{U_{smax} V}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

donde  $U_{smax}=20$

- Tensión de defecto, Ud:

$$U_d = I_d * R_t .$$

Siendo:

$$\sigma = 250 \Omega.m.$$

$$K_r = 0.073 \Omega./(\Omega. m).$$

se obtienen los siguientes resultados:

$$R_t = 18.3 \Omega.$$

$$I_d = 603.94 A.$$

$$U_d = 11021.9 V.$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada ( $U_d$ ), por lo que deberá ser como mínimo de Voltios.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro, y por ende no afecten a la red de Baja Tensión.

Comprobamos asimismo que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 Amperios, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

\* TIERRA DE SERVICIO.

$$R_t = K_r * \sigma = 0.073 * 250 = 18.3 \Omega.$$

que vemos que es inferior a  $37 \Omega$ .

### 2.8.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_p = K_p * \sigma * I_d = 0.012 * 250 * 603.94 = 1811.8 V.$$

### 2.8.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

El piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, está sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

El edificio prefabricado de hormigón EHC estará construido de tal manera que, una vez fabricado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldadura eléctrica.

Esta armadura equipotencial se conectará al sistema de tierras de protección (excepto puertas y rejillas, que como ya se ha indicado no tendrán contacto eléctrico con el sistema equipotencial; debiendo estar aisladas de la armadura con una resistencia igual o superior a 10.000 ohmios a los 28 días de fabricación de las paredes).

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_p \text{ acceso} = U_d = R_t * I_d = 18.3 * 603.94 = 11021.9 \text{ V.}$$

### 2.8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios que se puede aceptar, será conforme a la Tabla 1 de la ITC-RAT 13 de instalaciones de puestas a tierra que se transcribe a continuación:

Duración de la corriente de falta, $t_f$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, $U_{ca}$ (V)
0.05	735
0.1	633
0.2	528
0.3	420
0.4	310
0.5	204
1.0	107

El valor de tiempo de duración de la corriente de falta proporcionada por la compañía eléctrica suministradora es de 0.2 seg., dato que aparece en la tabla adjunta, por lo que la máxima tensión de contacto aplicada admisible al cuerpo humano es:

$$U_{ca} = 528 \text{ V}$$

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro, emplearemos las siguientes expresiones:

$$U_{P(\text{exterior})} = 10U_{ca} \left( 1 + \frac{2R_{a1} + 6\sigma}{1000} \right)$$

$$U_{P(\text{acceso})} = 10U_{ca} \left( 1 + \frac{2R_{a1} + 3\sigma + 3\sigma_h}{1000} \right)$$

Siendo:

$U_{ca}$  = Tensiones de contacto aplicada = 528 V

$R_{a1}$  = Resistencia del calzado = 2.000  $\Omega$ .m

$\sigma$  = Resistividad del terreno = 250  $\Omega$ .m

$\sigma_h$  = Resistividad del homigón = 3.000  $\Omega$ .m

obtenemos los siguientes resultados:

$$U_p(\text{exterior}) = 34320 \text{ V}$$

$$U_p(\text{acceso}) = 77880 \text{ V}$$

Así pues, comprobamos que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- en el exterior:

$$U_p = 1811.8 \text{ V.} < U_p(\text{exterior}) = 34320 \text{ V.}$$

- en el acceso al C.T.:

$$U_d = 11021.9 \text{ V.} < U_p(\text{acceso}) = 77880 \text{ V.}$$

### 2.8.8. Investigación de tensiones transferibles al exterior.

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima  $D_{mín}$ , entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{mín} = \frac{\sigma \cdot I_d}{2.000 \cdot \pi}$$

con:

$$\sigma = 250 \text{ } \Omega \cdot \text{m.}$$

$$I_d = 603.94 \text{ A.}$$

obtenemos el valor de dicha distancia:

$$D_{mín} = 24.03 \text{ m.}$$

### 2.8.9. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.



No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

20 DE JULIO DE 2018  
JACOB CANDELA PUCHE  
TFG INGENIERIA ELECTRICA

**PLIEGO DE CONDICIONES**

### **3. PLIEGO DE CONDICIONES.**

#### **3.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES.**

##### **3.1.1. Obra Civil.**

El edificio destinado a alojar en su interior las instalaciones será una construcción prefabricada de hormigón modelo EHC-6T2D.

Sus elementos constructivos son los descritos en el apartado correspondiente de la Memoria del presente proyecto.

De acuerdo con la Recomendación UNESA 1303-A, el edificio prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial.

La base del edificio será de hormigón armado con un mallazo equipotencial.

Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial, estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos, se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio.

Todos los elementos metálicos del edificio que están expuestos al aire serán resistentes a la corrosión por su propia naturaleza, o llevarán el tratamiento protector adecuado que en el caso de ser galvanizado en caliente cumplirá con lo especificado en la RU.-6618-A.

##### **3.1.2. Aparataje de Alta Tensión.**

Las celdas a emplear serán de la serie SM6 de Schneider Electric, compuesta por celdas modulares equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción.

Serán celdas de interior y su grado de protección según la Norma 20-324-94 será IP 2X / IK08 en cuanto a la envolvente externa.

Los cables se conectarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra deberá ser un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra) asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo de interruptor y seccionador de puesta a tierra.

El interruptor será en realidad interruptor-seccionador. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

##### **\* CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.**

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparataje bajo envolvente

metàlica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-200.

Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos,

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento del juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables.
- d) Compartimento de mandos.
- e) Compartimento de control.

que se describen a continuación.

- a) Compartimento de aparellaje.

Estará relleno de SF<sub>6</sub> y sellado de por vida según se define en UNE-EN 62271-200. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años).

La presión relativa de llenado será de 0,4 bar.

Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento aparellaje estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter. Los gases serían canalizados hacia la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.

Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.

El seccionador de puesta a tierra dentro del SF<sub>6</sub>, deberá tener un poder de cierre en cortocircuito de 40 kA.

El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

- B) Compartimento del juego de barras.

Se compondrá de tres barras aisladas de cobre conexas mediante tornillos de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 2,8 mdaN.

- C) Compartimento de conexión de cables.

Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado.

Las extremidades de los cables serán:

- Simplificadas para cables secos.
- Termorretráctiles para cables de papel impregnado.

- D) Compartimento de mando.

Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra los siguientes accesorios si se requieren posteriormente:

- Motorizaciones.
- Bobinas de cierre y/o apertura.
- Contactos auxiliares.

Este compartimento deberá ser accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos manteniendo la tensión en el centro.

#### E) Compartimento de control.

En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión tanto en barras como en los cables.

#### \* CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.

- Tensión nominal	24 kV.
- Nivel de aislamiento:	
a) a la frecuencia industrial de 50 Hz	50 kV ef. 1mn.
B) a impulsos tipo rayo	125 kV cresta.
- Intensidad nominal funciones línea	400-630 A.
- Intensidad nominal otras funciones	200/400 A.
- Intensidad de corta duración admisible	16 kA ef. 1s.

#### \* INTERRUPTORES-SECCIONADORES.

En condiciones de servicio, además de las características eléctricas expuestas anteriormente, responderán a las exigencias siguientes:

- Poder de cierre nominal sobre cortocircuito: 40 kA cresta.
- Poder de corte nominal de transformador en vacío: 16 A.
- Poder de corte nominal de cables en vacío: 25 A.
- Poder de corte (sea por interruptor-fusibles o por interruptor automático): 16 kA ef.

#### \* CORTACIRCUITOS-FUSIBLES.

En el caso de utilizar protección ruptorfusibles, se utilizarán fusibles del modelo y calibre indicados en el capítulo de Cálculos de esta memoria. Sus dimensiones se corresponderán con las normas DIN-43.625.

#### \* PUESTA A TIERRA.

La conexión del circuito de puesta a tierra se realizará mediante pletinas de cobre de 25 x 5 mm. Conectadas en la parte posterior superior de las cabinas formando un colector único.

### 3.1.3. Transformadores.

El transformador a instalar será trifásico, con neutro accesible en B.T., refrigeración natural, encapsulado en resina epoxy, con regulación de tensión primaria mediante conmutador accionable estando el transformador desconectado, servicio continuo y demás características detalladas en la memoria.

### 3.1.4. Equipos de Medida.

El equipo de medida estará compuesto de los transformadores de medida ubicados en la celda de medida de A.T. y el equipo de contadores de energía activa y reactiva ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado.

Las características eléctricas de los diferentes elementos están especificada en la memoria.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de A.T. guardado las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en la celda. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. serán las correctas.

#### \* CONTADORES.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente. Sus características eléctricas están especificadas en la memoria.

#### \* CABLEADO.

La interconexión entre los secundarios de los transformadores de medida y el equipo o módulo de contadores se realizará con cables de cobre de tipo termoplástico (tipo EVV-0.6/1kV) sin solución de continuidad entre los transformadores y bloques de pruebas.

El bloque de pruebas a instalar en los equipos de medida de 3 hilos será de 7 polos, 4 polos para el circuito de intensidades y 3 polos para el circuito de tensión, mientras que en el equipo de medida de 4 hilos se instalará un bloque de pruebas de 6 polos para el circuito de intensidades y otro bloque de pruebas de 4 polos para el de tensiones, según norma de la compañía NI 76.84.01.

Para cada transformador se instalará un cable bipolar que para los circuitos de tensión tendrá una sección mínima de 6 mm<sup>2</sup>, y 6 mm<sup>2</sup> para los circuitos de intensidad.

La instalación se realizará bajo un tubo flexo con envolvente metálica.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrá en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la Compañía Suministradora.

### **3.2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.**

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de IBERDROLA.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

### **3.3. PRUEBAS REGLAMENTARIAS.**

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

### 3.4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.

Cualquier trabajo u operación a realizar en el centro (uso, maniobras, mantenimiento, mediciones, ensayos y verificaciones) se realizarán conforme a las disposiciones generales indicadas en el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

#### \* PREVENCIÓNES GENERALES.

1)- Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.

2)- Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".

3)- En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.

4)- No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.

5)- No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.

6)- Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.

7)- En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

#### \* PUESTA EN SERVICIO.

8)- Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

9)- Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

#### \* SEPARACIÓN DE SERVICIO.

10)- Se procederá en orden inverso al determinado en apartado 8, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

11)- Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.

12) Si una vez puesto el centro fuera de servicio se desea realizar un mantenimiento de limpieza en el interior de la armaria y transformadores no bastará con haber realizado el seccionamiento que proporciona la puesta fuera de servicio del centro, sino que se procederá además a la puesta a tierra de todos aquellos elementos susceptibles de ponerlos a tierra. Se garantiza de esta forma que en estas condiciones todos los elementos accesibles estén, además de seccionados, puestos a tierra. No quedarán afectadas las celdas de entrada del centro cuyo mantenimiento es responsabilidad exclusiva de la compañía suministradora de energía eléctrica.

13)- La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

#### \* PREVENCIÓNES ESPECIALES.

14)- No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

15) Para transformadores con líquido refrigerante (aceite éster vegetal) no podrá sobrepasarse un incremento relativo de 60K sobre la temperatura ambiente en dicho líquido. La máxima temperatura ambiente en funcionamiento normal está fijada, según norma CEI 76, en 40°C, por lo que la temperatura del refrigerante en este caso no podrá superar la temperatura absoluta de 100°C.

16)- Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

### 3.5. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización Administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de Obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Eléctrica suministradora.

### 3.6. LIBRO DE ÓRDENES.

Se dispondrá en este centro del correspondiente libro de órdenes en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación.

20 DE JULIO DE 2018



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

JACOB CANDELA PUCHE  
TFG INGENIERIA ELECTRICA

*TFG JACOB CANDELA PUCHE*

## **PRESUPUESTO**

#### 4. PRESUPUESTO

##### 4.1 OBRA CIVIL

1	Ud. Edificio de hormigón compacto modelo EHC-6T2D , de dimensiones exteriores de dimensiones exteriores 6.440 x 2.500 y altura útil 2.535 mm., incluyendo su transporte y montaje.	12.284,00 €	12.284,00 €
1	Ud. Excavación de un foso de dimensiones 3.500 x 7.000 mm. para alojar el edificio prefabricado compacto EHC6, con un lecho de arena nivelada de 150 mm. (quedando una profundidad de foso libre de 530 mm.) y acondicionamiento perimetral una vez montado.	1.309,00 €	1.309,00 €
1	Ud. suplemento por adaptación del prefabricado de hormigón para que pueda albergar el primer transformador de potencia 630 kVA, consistente en dotar al prefabricado de mayor ventilación.	816,00 €	816,00 €

**Total Obra Civil**  
**€**

**14.409,00**

##### 4.2 APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN

1	Ud. Cabina de interruptor de línea Schneider Electric gama SM6, modelo IM, referencia SIM16, con interruptor-seccionador en SF6 de 400A con mando CIT manual, seccionador de puesta a tierra, juego de barras tripolar e indicadores testigo presencia de tensión instalados.	2.154,00 €	2.154,00 €
1	Ud. Cabina ruptofusible Schneider Electric gama SM6, modelo QM, referencia JLJSQM16BD, con interruptor- seccionador en SF6 con mando CI1 manua, con bobina de apertura, Kit de referencia KITPFNQM24 compuesto por cajón de BT y relé de protección indirecta, fusibles con señalización fusión, seccionador p.a.t., indicadores presencia de tensión y enclavamientos instalados.	5.067,00 €	5.067,00 €
1	Ud. Cabina de medida Schneider Electric gama SM6, modelo GBC2C, referencia SGBC2C3316, equipada con tres transformadores de intensidad y tres de tensión, entrada y salida por cable seco, según características detalladas en memoria, instalados.	5.721,00 €	5.721,00 €





#### 4.3 TRANSFORMADORES

1	Ud. Transformador trifásico reductor tipo seco encapsulado clase F, interior e IP00, de Schneider Electric (según Norma UNE 21538 y UE 548/2014 de ecodiseño). Bobinado AT continuo de gradiente lineal sin entrecapas. Bobinado BT con ensayo frecuencia industrial 10kV. Ensayos climáticos E3, C3, F1. Potencia nominal: 630 kVA. Relación: 20/0.42 kV. Tensión secundaria vacío: 420 V. Tensión cortocircuito: 6%. Regulación: +/-2,5%, +/-5%. Grupo conexión: Dyn11. Referencia: TRIHAL630-24	16.347,00 €	16.347,00 €
1	Ud. Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm <sup>2</sup> en Al con sus correspondientes elementos de conexión.	515,00 €	515,00 €
1	Ud. Juego de puentes de cables BT unipolares de aislamiento seco 0.6/1 kV de Al, de 3x240mm <sup>2</sup> para las fases y de 2x240mm <sup>2</sup> para el neutro y demás características según memoria.	1.948,00 €	1.948,00 €
1	Ud. Equipo de sondas PT100 de temperatura y termómetro digital MB103 para protección térmica de transformador, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, protegidas contra sobreintensidades, instalados.	251,00 €	251,00 €

#### **Total Transformadores**

**€**

**19.061,00**

#### 4.4 EQUIPOS DE BAJA TENSIÓN

1	Ud. Cuadro contador tarifador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.	5.286,00 €	5.286,00 €
---	---	------------	------------

#### **Total Equipos de Baja Tensión**

**5.286,00 €**

#### 4.5 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

2	Ud. de tierras exteriores código 5/62 Unesa, incluyendo 6 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto.	953,33 €	1.906,66 €
1	Ud. tierras interiores para poner en continuidad con las tierras exteriores, formado por cable de 50mm <sup>2</sup> de Cu desnudo para la tierra de protección y aislado para la de servicio, con sus conexiones y cajas de seccionamiento, instalado, según memoria.	1.596,00 €	1.596,00 €

#### **Total Sistema de Puesta a tierra**

**3.502,66 €**

#### 4.6 VARIOS

2	Ud. Punto de luz incandescente adecuado para proporcionar		nivel de iluminación suficiente para la revisión y manejo
---	---	--	---



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
del centro, incluidos sus elementos de mando y protección,  
instalado.

CAMPUS D'ALCOI

361,00 €

~~722,00 €~~

TFG JACOB CANDELA PUCHE



1	Ud. Punto de luz de emergencia autónomo para la señalización de los accesos al centro, instalado.	361,00 €	361,00 €
1	Ud. Extintor de eficacia equivalente 89B, instalado.	152,00 €	152,00 €
1	Ud. Banqueta aislante para maniobrar apartamenta.	197,00 €	197,00 €
2	Ud. Placa reglamentaria PELIGRO DE MUERTE, instaladas.	17,00 €	34,00 €
1	Ud. Placa reglamentaria PRIMEROS AUXILIOS, instalada.	17,00 €	17,00 €

**Total Varios**

**1.483,00 €**

**4.7 PRESUPUESTO TOTAL**

**Total Obra Civil 14.409,00 €**

**Total Apartamenta de Alta Tensión 12.942,00 €**

**Total Transformadores 19.061,00 €**

**Total Equipos de Baja Tensión 5.286,00 €**

**Total Sistema de Puesta a tierra 3.502,66 €**

**Total Varios 1.483,00 €**

**Total de ejecución material 56.683,66 €**

**Imprevistos (%) 0,00 0,00 €**

**Gastos generales (%) 0,00 0,00 €**

**Beneficio industrial (%) 0,00 0,00 €**

**TOTAL PRESUPUESTO 56.683,66 €**

**El presupuesto asciende a la cantidad de:**

**CINCUENTA Y SEIS MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y TRES  
EUROS CON SESENTA Y SEIS CENTIMOS**



## **PLANOS**

## **5. PLANOS.**

### **5.1. SITUACIÓN.**

YECLA (MURCIA)

### **5.2. ESQUEMA UNIFILAR.**

El esquema unifilar del centro de transformación está formado por las celdas que se indican en la memoria y en el plano correspondiente adjunto a este proyecto. Las celdas que forman el conjunto del centro son: IM-QM-GBC2C-CCont..

### **5.3. PLANTA Y ALZADO.**

La planta y alzado de las celdas, transformadores y el equipamiento B.T. se encuentran en el mismo plano donde figura el esquema unifilar. En el caso de que el local sea un prefabricado de hormigón, todo el material estará situado según se indica en el plano del prefabricado correspondiente.

### **5.4. TOMAS DE TIERRA.**

20 DE JULIO DE 2018  
JACOB CANDELA PUCHE  
TFG INGENIERIA ELECTRICA

PROYECTO: CENTRO DE TRANSFORMACION GOMA COLCHONES

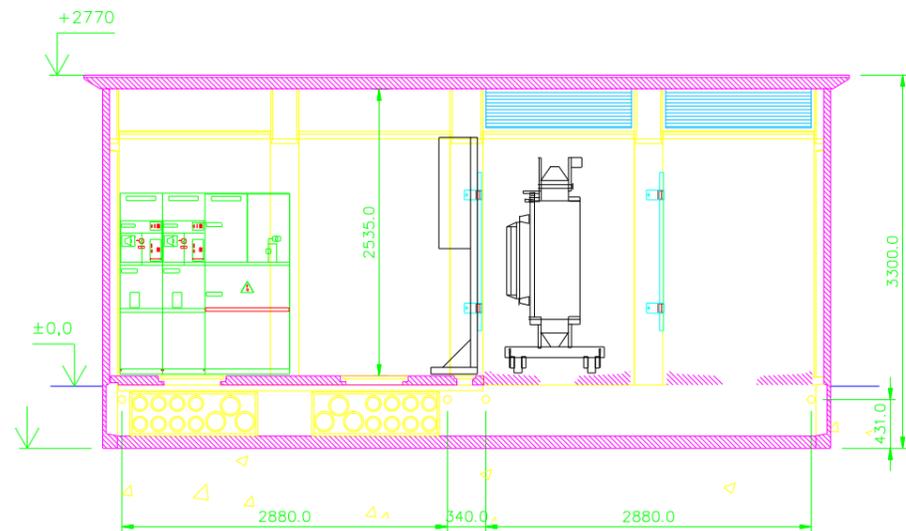
PLANO: PLANO DE SITUACION

AUTOR: JACOB CANDELA PUCHE

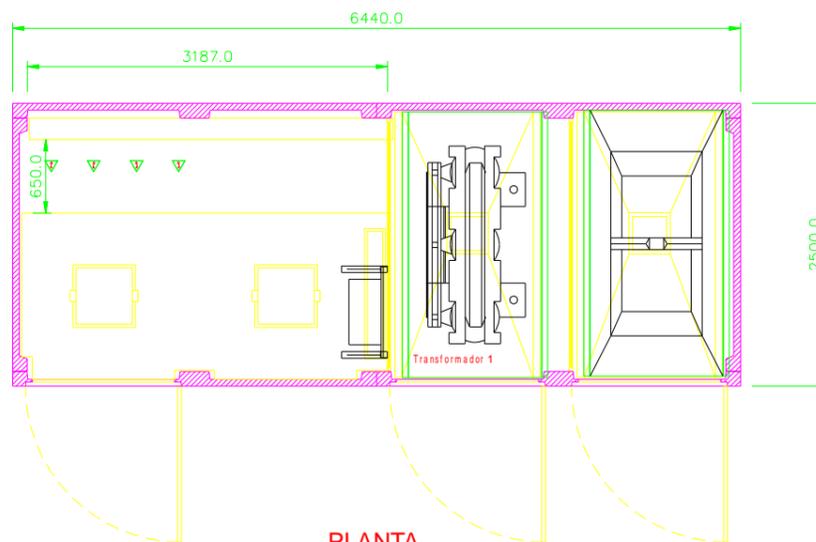
ESCALA:

FECHA:  
20-7-2018

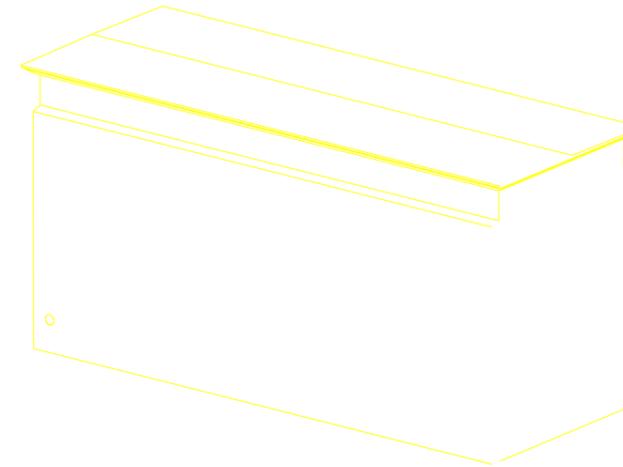
Nº **1**



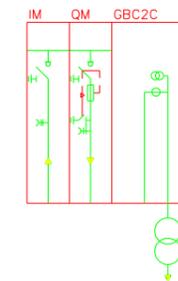
SECCIÓN



PLANTA



PERSPECTIVA



PROYECTO: CENTRO DE TRANSFORMACION GOMA COLCHONES

PLANO: PLANO PLANTA Y UNIFILAR

AUTOR: JACOB CANDELA PUCHE

ESCALA:  
1:55

FECHA:  
20-7-2018

Nº **2**

# TIERRA DE PROTECCION

4 picas 142000 , separacion 2m  
unidas con cable desnudo de 50mm<sup>2</sup>  
de seccion 20-20/5/42 UNESA

# TIERRA DE SERVICIO

6 picas 142000 , separacion 3m  
unidas con cable desnudo de 50mm<sup>2</sup>  
de seccion  $\frac{5}{62}$  UNESA

acera

PROFUNDIDAD DE 05 METROS

separación mínima entre tierras de  
24.3m, con cable aislado de 50mm<sup>2</sup>

PROYECTO: <del>CENTRO DE TRANSFORMACION GOMA COLCHONES</del>			
PLANO: <del>PLANO TOMA DE TIERRA</del>			
AUTOR: JACOB CANDELA PUCHE	ESCALA: 1:120	FECHA: 20-7-2018	Nº 4

**CARA FRONTAL  
DEL CENTRO**

VISTA DE LA EXCAVACION

DIMENSIONES MINIMAS DE EXCAVACION

TIPO PPGGABPICADO	DIMENSIONES (EN METROS)	
	A	B
CHC-1	3 50	2 10
CHC-2	3 50	4 00
CHC-3	3 50	4 50
CHC-4	3 50	5 50
CHC-5	3 50	6 00
CHC-6	3 50	7 00
CHC-7	3 50	7 50
CHC-8	3 50	8 00



SITUAR EL MODULO DE HORMIGON CENTRADO EN LA EXCAVACION, DEJANDO 50 cm. POR SU FRENTE Y SU PARTE POSTERIOR, PARA PERMITIR LA EXTRACCION DE LOS UTILES DE IZADO.

CONDICIONES QUE EL CLIENTE DEBERA CUMPLIR CON ANTERIORIDAD A LA INSTALACION:

- Deberá existir un camino hasta la zona de ubicación del centro suficiente para el acceso de un camión-grúa de características: PMA=47 T; TARA=16 T; CARGA=31 T.
- La zona de ubicación del centro poseerá un espacio libre que permita una distancia entre el eje longitudinal o transversal del foso y el eje longitudinal del vehículo pesado más alejado de 7 m. si se utiliza grúa, de forma que no existan y el montaje del centro. (Ver catálogo. 14 m. si se utiliza góndola más la descarga de los materiales menores, consultar)
- El lecho de arena de 150 milímetros de espesor mínimo, será por cuenta del cliente, y deberá estar realizado con anterioridad a la instalación del centro según se indica en el dibujo superior.

<b>PROYECTO:</b> CENTRO DE TRANSFORMACION GOMA COLCHONES			
<b>PLANO:</b> PLANO DE CIMENTACIONES			
<b>AUTOR:</b> JACOB CANDELA PUCHE	<b>ESCALA:</b>	<b>FECHA:</b> 20-7-2018	<b>Nº</b> 1



## **ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

## 1.- OBJETO.

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997 (y modificaciones según RD 604/2006), por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Al no darse ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1997 se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Así mismo este Estudio Básico de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995 (y modificaciones según RD 604/2006), de prevención de Riesgos Laborables en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

En base a este Estudio Básico de Seguridad y al artículo 7 del R.D. 1627/1997, cada contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en función de su propio sistema de ejecución de la obra y en el que se tendrán en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

## 2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA.

En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

### 2.1.-Descripción de la obra y situación.

La situación de la obra a realizar y el tipo de la misma se recoge en el documento de Memoria del presente proyecto.

### 2.2.-Suministro de energía eléctrica.

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la empresa constructora, proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

### 2.3.-Suministro de agua potable.

El suministro de agua potable será a través de las conducciones habituales de suministro en la región, zona, etc...En el caso de que esto no sea posible, dispondrán de los medios necesarios que garanticen su existencia regular desde el comienzo de la obra.

### 2.4.-Servicios higiénicos.

Dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si fuera posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado, en caso contrario, se dispondrá de medios que faciliten su evacuación o traslado a lugares específicos destinados para ello, de modo que no se agrede al medio ambiente.

### 2.5.- Servidumbre y condicionantes.

No se prevén interferencias en los trabajos, puesto que si la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, de acuerdo con el artículo 3 de R.D. 1627/1997, si interviene más de una empresa en la ejecución del proyecto, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación debería ser objeto de un contrato expreso.

### 3.- RIESGOS LABORABLES EVITABLES COMPLETAMENTE.

La siguiente relación de riesgos laborables que se presentan, son considerados totalmente evitables mediante la adopción de las medidas técnicas que precisen:

- Derivados de la rotura de instalaciones existentes: Neutralización de las instalaciones existentes.
- Presencia de líneas eléctricas de alta tensión aéreas o subterráneas: Corte del fluido, apantallamiento de protección, puesta a tierra y cortocircuito de los cables.

### 4.- RIESGOS LABORABLES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE.

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La primera relación se refiere a aspectos generales que afectan a la totalidad de la obra, y las restantes, a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse.

#### 4.1.- Toda la obra.

##### a) Riesgos más frecuentes:

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios a distinto nivel
- Caídas de objetos sobre operarios
- Caídas de objetos sobre terceros
- Choques o golpes contra objetos
- Fuertes vientos
- Ambientes pulvígenos
- Trabajos en condición de humedad
- Contactos eléctricos directos e indirectos
- Cuerpos extraños en los ojos
- Sobreesfuerzos

##### b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra
- Orden y limpieza de los lugares de trabajo
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de B.T.
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (3 - 5 m) a líneas eléctricas de A.T.
- Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)
- No permanecer en el radio de acción de las máquinas
- Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento
- Señalización de la obra (señales y carteles)
- Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia
- Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura 2m
- Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra
- Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o colindantes
- Extintor de polvo seco, de eficacia 21<sup>a</sup> - 113B
- Evacuación de escombros
- Escaleras auxiliares
- Información específica
- Grúa parada y en posición veleta

c) Equipos de protección individual:

- Cascos de seguridad
- Calzado protector
- Ropa de trabajo
- Casquetes antirruídos
- Gafas de seguridad
- Cinturones de protección

4.2.- Movimientos de tierras.

a) Riesgos más frecuentes:

- Desplomes, hundimientos y desprendimientos del terreno
- Caídas de materiales transportados
- Caídas de operarios al vacío
- Atrapamientos y aplastamientos
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de máquinas
- Ruidos, Vibraciones
- Interferencia con instalaciones enterradas
- Electrocuciiones

b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Observación y vigilancia del terreno.
- Limpieza de bolos y viseras
- Achique de aguas
- Pasos o pasarelas
- Separación de tránsito de vehículos y operarios
- No acopiar junto al borde de la excavación
- No permanecer bajo el frente de excavación
- Barandillas en bordes de excavación (0,9 m)
- Acotar las zonas de acción de las máquinas
- Topes de retroceso para vertido y carga de vehículos

4.3.- Montaje y puesta en tensión.

4.3.1.- Descarga y montaje de elementos prefabricados.

a) Riesgos más frecuentes:

- Vuelco de la grúa.
- Atrapamientos contra objetos, elementos auxiliares o la propia carga.
- Precipitación de la carga.
- Proyección de partículas.
- Caídas de objetos.
- Contacto eléctrico.
- Sobreesfuerzos.
- Quemaduras o ruidos de la maquinaria.
- Choques o golpes.
- Viento excesivo.

b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Trayectoria de la carga señalizada y libre de obstáculos.
- Correcta disposición de los apoyos de la grúa.



- Revisión de los elementos elevadores de cargas y de sus sistemas de seguridad.
- Correcta distribución de cargas.
- Prohibición de circulación bajo cargas en suspensión.
- Trabajo dentro de los límites máximos de los elementos elevadores.
- Apantallamiento de líneas eléctricas de A.T.
- Operaciones dirigidas por el jefe de equipo.
- Flecha recogida en posición de marcha.

#### 4.3.2.- Puesta en tensión.

##### a) Riesgos más frecuentes:

- Contacto eléctrico directo e indirecto en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes y quemaduras.

##### b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Coordinar con la empresa suministradora, definiendo las maniobras eléctricas a realizar.
- Apantallar los elementos de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Informar de la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y ubicación de los puntos en tensión más cercanos.
- Abrir con corte visible las posibles fuentes de tensión.

##### c) Protecciones individuales:

- Calzado de seguridad aislante.
- Herramientas de gran poder aislante.
- Guantes eléctricamente aislantes.
- Pantalla que proteja la zona facial.

## 5.- TRABAJOS LABORABLES ESPECIALES.

En la siguiente relación no exhaustiva se tienen aquellos trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores, estando incluidos en el Anexo II del R.D. 1627/97.

- Graves caídas de altura, sepultamientos y hundimientos.
- En proximidad de líneas eléctricas de alta tensión, se debe señalizar y respetar la distancia de seguridad (5 m) y llevar el calzado de seguridad.
- Exposición a riesgo de ahogamiento por inmersión.
- Uso de explosivos.
- Montaje y desmontaje de elementos prefabricados pesados.

## 6.- INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA.

La obra dispondrá de los servicios higiénicos que se indican en el R.D. 1627/97 tales como vestuarios con asientos y taquillas individuales provistas de llave, lavabos con agua fría, caliente y espejo, duchas y retretes, teniendo en cuenta la utilización de los servicios higiénicos de forma no simultánea en caso de haber operarios de distintos sexos.

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá de un botiquín portátil debidamente señalizado y de fácil acceso, con los medios necesarios para los primeros auxilios en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora.

La dirección de la obra acreditará la adecuada formación del personal de la obra en materia de prevención y primeros auxilios. Así como la de un Plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y la contratación de los servicios asistenciales adecuados (Asistencia primaria y asistencia especializada)

## 7.- PREVISIONES PARA TRABAJOS POSTERIORES.

El apartado 3 del artículo 6 del R.D. 1627/1997, establece que en el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

En el Proyecto de Ejecución se han especificado una serie de elementos que han sido previstos para facilitar las futuras labores de mantenimiento y reparación del edificio en condiciones de seguridad y salud, y que una vez colocados, también servirán para la seguridad durante el desarrollo de las obras.

Los elementos que se detallan a continuación son los previstos a tal fin:

- Ganchos de servicio.
- Elementos de acceso a cubierta (puertas, trampillas)
- Barandilla en cubiertas planas.
- Grúas desplazables para limpieza de fachada.
- Ganchos de ménsula (pescantes)
- Pasarelas de limpieza.

## 8.- NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA.



- Ley 31/ 1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/ 2003 de 12 de diciembre, reforma de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 171/2004 de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre en materia en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 604/2006 de 19 de mayo por el que se modifican los RD 1627/1997 y RD 39/1997.
- Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1.997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR D'ALCOI

BAJA TENSION EN INDUSTRIA:  
GOMA-COLCHONES

Trabajo Fin de Grado

GRADO DE INGENIERÍA ELECTRICA

**Autor:** JACOB CANDELA PUCHE

**Curso:** 2017-2018

## **CONTENIDO**

---

### **1. MEMORIA**

---

#### 1.1. ANTECEDENTES.

#### 1.2. OBJETO DEL PROYECTO.

1.2.1. Descripción general de la industria e instalación que se proyecta.

#### 1.3. REGLAMENTOS Y DISPOSICIONES OFICIALES

#### 1.4. TITULAR DE LA INSTALACIÓN.

1.4.1. Nombre, Domicilio Social.

#### 1.5. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

#### 1.6. CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES.

1.6.1. Prescripciones específicas adoptadas según riesgo de las dependencias de la industria. Según la instrucción Técnica Complementaria correspondiente del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (R.D. 842/2002, de 2 de agosto)

1.6.1.1. Locales con riesgo de incendio y explosión, según la (ITC BT 29).  
Emplazamiento, zonificación y modos de protección.

1.6.1.2. Locales húmedos, según la (ITC BT 30.1)

1.6.1.3. Locales mojados, según la (ITC BT 30.2)

1.6.1.4. Locales con riesgo de corrosión, según la (ITC BT 30.3)

1.6.1.5. Locales polvorientos sin riesgo de incendio o explosión, según la (ITC BT 030.4)

1.6.1.6. Locales a temperatura muy elevada, según la (ITC BT 30.5)

1.6.1.7. Locales a muy baja temperatura, según la (ITC BT 30.6)

1.6.1.8. Locales en los que existan baterías de acumuladores, según la (ITC BT 30.7)

1.6.1.9. Locales afectos a un servicio eléctrico, según la (ITC BT 30.8)

1.6.1.10. Locales de características especiales. (ITC BT 30.9)

## 1.6.2. Características de la instalación

1.6.2.1. Canalizaciones fijas.

1.6.2.2. Canalizaciones móviles.

1.6.2.3. Máquinas rotativas.

1.6.2.4. Luminarias.

1.6.2.5. Tomas de corriente.

1.6.2.6. Aparatos de conexión y corte.

1.6.2.7. Equipo móvil y portátil.

1.6.2.8. Sistemas de protección contra contactos indirectos.

1.6.2.9. Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

1.6.2.10. Identificación de conductores.

## 1.7. PROGRAMA DE NECESIDADES.

1.7.1.1. Potencia eléctrica instalada para diferentes usos.

1.7.1.2. Niveles Luminosos exigidos según dependencias y tipo de lámparas.

1.7.1.3. Potencia eléctrica simultánea necesaria para el normal desarrollo de la actividad industrial.

1.7.1.4. Determinación de las características del equipo de medida y potencia a contratar.

## 1.8. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

1.8.1. Instalaciones de Enlace.

1.8.1.1. Caja general de mando y protección. Ubicación y características.

1.8.2. Instalaciones Receptoras para maquinaria y alumbrado.

1.8.2.1. Cuadros secundarios y su composición.

1.8.2.2. Líneas distribuidoras y sus canalizaciones.

1.8.2.3. Protección de receptores.

1.8.3. Puesta a Tierra.

## **2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

---

2.1. TENSIÓN NOMINAL.

2.2. FÓRMULAS UTILIZADAS.

2.3. POTENCIA TOTAL INSTALADA Y DEMANDADA. COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD.

2.3.1. Relación de receptores de alumbrado, con indicación de su potencia eléctrica.

2.3.2. Relación de maquinaria consumidora y su potencia eléctrica.

2.3.3. Relación de receptores de otros usos, con indicación de su potencia eléctrica.

2.4. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LOS DIVERSOS CIRCUITOS.

2.4.1. Cálculo de la sección de los conductores de los circuitos y líneas.

2.4.2. Cálculo de la sección de los conductos y diámetro de los tubos o canalizaciones a utilizar en los circuitos y líneas.

2.4.3. Cálculo de las protecciones a instalar en los diferentes circuitos y líneas de distribuidoras.

2.4.3.1. Sobrecargas.

2.4.3.2. Cortocircuitos.

2.4.3.3. Sobretensiones.

2.5. CÁLCULO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.

2.5.1. Cálculo de la puesta a tierra.

## **3. PLIEGO DE CONDICIONES**

---

3.1. CALIDAD DE MATERIALES.

3.1.1. Conductores eléctricos.

3.1.2. Conductores de protección.

3.1.3. Identificación de los conductores.



3.1.4. Tubos protectores.

3.1.5. Cajas de empalme y derivación.

3.1.6. Aparatos de mando y manio bra.

3.1.7. Aparatos de protección.

3.2. NORMAS PARA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

3.3. VERIFICACIONES Y PRUEBAS.

3.4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.

3.5. RESUMEN DE MEDIDAS CONTRA INCENDIOS (o referencia al proyecto presentado).

3.6. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.

3.7. LIBRO DE ÓRDENES.

## **4. PRESUPUESTO**

---

4.1. MEDICIONES Y PRESUPUESTO.

4.2. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.

## **6. PLANOS**

---

Plano nº 1: “Emplazamiento y Situación”

Plano nº 2: “Instalación eléctrica. Planta Baja. Nave”

Plano nº 3: “Instalación eléctrica. Planta Altillos. Nave”

Plano nº 4: “Instalación eléctrica. Distribución planta Baja. Edificio de oficinas.



- Plano nº 5:** “Instalación eléctrica. Distribución planta Primera. Edificio de oficinas”
- Plano nº 6:** “Esquema unifilar Nave”
- Plano nº 7:** “Esquema unifilar. Edificio de Oficinas.”



# **1.**

## **MEMORIA**



## **1.1**

### **ANTECEDENTES**

GOMA-COLCHONES, S.L.) es una empresa de fabricación y venta al por menor de colchones, bajo la marca GOMA-COLCHONES.

Las nuevas instalaciones de GOMA COLCHONES, se encuentran emplazadas en la Parcela Catastral nº44 del polígono catastral 43 de Yecla (Murcia) en el “polígono de las tejeras”, paraje de “cerro de la fuente”, ocupando una parcela de 27.440 m<sup>2</sup>, de los cuales 14.559,60 m<sup>2</sup> se encuentran ocupados por la nueva edificación.

Se trata de un edificio industrial de 7 m de altura de cornisa, compuesto por un recinto de dos cuerpos de 30,75 m de ancho por 168,53 m de largo cada uno de ellos y un edificio anexo destinado a oficinas con una planta poligonal, que cuenta con planta baja y primera.

Se trata de una nave de gran tamaño, de planta rectangular de dimensiones exteriores totales de 61,50 m. de anchura por 168,69 m. de longitud, con una superficie de 14.559,60 m<sup>2</sup>. La nave está formada por pórticos de 30,60 m. de longitud variable de separación. La altura libre mínima bajo jácena de estructura de cubierta es de 7,00 m. y la pendiente de los pórticos es del 8 %.

Adosada a la fachada principal de la nave se ubica el cuerpo destinado a oficinas, en planta baja y planta primera. Este edificio tiene unas dimensiones de 20,00 m. de anchura por 45,00 m. de longitud, obteniendo una planta de 824,75 m<sup>2</sup> construidos. La planta primera está situada a una altura de 3,90 m. respecto de la planta baja, y se accede a ella a través de una escalera de hormigón desde la planta baja de las oficinas y a través de unas escaleras metálicas desde la nave de fabricación y almacenamiento.

Un cuerpo en planta piso, integrado en la nave principal, de dimensiones de 61,18 por 28,44 m. con una superficie de 1.740 m<sup>2</sup> forman una segunda planta similar a la planta baja de la nave, destinada a almacenamiento y usos varios en un futuro.

La nave dispone de un total de 10 muelles, equipados con puertas motorizadas y abrigo de protección, de carga y descarga de camiones situados 2 en la fachada oeste, 2 en la fachada norte y 6 en la fachada este.

Se dispone asimismo de una rampa de acceso directo al interior de la nave para carretillas o furgonetas, salvando el desnivel de 1,20 m. de los muelles, la rampa está situada una la fachada norte.

Se incluyen en la definición de este proyecto unas edificaciones auxiliares, como son el depósito de agua contraincendios, así como su caseta anexa para las bombas del sistema de presión.

El solar cuenta con una única salida en su lindero con el camino del cerro de la fuente.

La superficie total construida es de 14.559,60 m<sup>2</sup> (incluyendo la superficie de las diversas plantas de los edificios que constan de más de una altura).

A continuación, se muestra un cuadro resumen con la distribución de superficies:

Tabla 1.4.1

**RESUMEN DE SUPERFICIES POR USOS**

<i>Concepto</i>	<i>Superficie construida (m<sup>2</sup>t)</i>	
<b>PARCELA</b>	<b>27.440,00</b>	
PLANTA BAJA		
Zona de producción		9.990,35
Edificio Oficinas		824,75
<i>Subtotal Planta Baja</i>		10.815,10
PLANTA PRIMERA		
Planta superior de la nave		9.990,35
Edificio Oficinas		594,93
<i>Subtotal Planta Primera</i>		10.585,28
<b>TOTAL, NAVE</b>		<b>19.980,7</b>
<b>TOTAL, EDIFICIO OFICINAS</b>		<b>1.419,68</b>
<b>TOTAL, OCUPACIÓN (m<sup>2</sup>s)</b>		<b>21.400,38</b>

Se dispone de aparcamiento tanto para el personal como de visitas a la izquierda del edificio de oficinas y delante de los muelles de la fachada noroeste, con 36 plazas de aparcamiento. Estas plazas son de dimensiones de 2,50 por 5,00 m. cada una.



## **1. 2**

### **OBJETO DEL PROYECTO**



El motivo por el cual se origina el presente Proyecto no es otro que establecer y definir las condiciones técnicas bajo las que se efectuará la Instalación Eléctrica en Baja Tensión para la alimentación a los receptores instalados en la industria.

Por otra parte, este Proyecto se empleará también para la justificación ante los Organismos Oficiales e Instituciones que corresponda, de la Instalación Eléctrica en Baja Tensión a realizar en sus instalaciones industriales. Esta justificación deberá realizarse conforme a lo prescrito en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus ITC.



## **1.3**

### **REGLAMENTOS Y DISPOSICIONES OFICIALES**

El Proyecto de Instalación Eléctrica en Baja Tensión se redacta sobre la base de lo preceptuado en la normativa vigente y demás disposiciones específicas que le son de aplicación, en especial:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. Incluye el suplemento aparte con el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51.
- Código técnico de edificación.
- Ordenanzas Generales sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo (Decreto 809/72.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales y Normativa de Desarrollo.
- Normas básicas vigentes.
- Ordenanzas municipales.
- Ley de Protección del Medio Ambiente de la Región de Murcia 1/96 de 8 de marzo de 1.995.
- Orden de 9 de septiembre de 2.002 de la Consejería de Ciencia, Tecnología, Industria y Comercio, por la que se adoptan medidas de normalización en la tramitación de expedientes en materia de industria, energía y minas.
- Resolución de 4 de noviembre de 2.002 de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se desarrolla la Orden de 9 de septiembre de 2002 de la Consejería de Ciencia, Tecnología, Industria y Comercio, por la que se adoptan medidas de normalización en la tramitación de expedientes en materia de industria, energía y minas.
- Resolución de 3 de Julio de 2.003 de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se aprueba los contenidos esenciales de determinados proyectos y el modelo de certificado como consecuencia de la aprobación por real decreto 842/2002 de 2 de agosto, del reglamento electrotécnico de baja tensión.
- Decreto 20/2003 de 21 de marzo, sobre criterios de actuación en materia de seguridad industrial y procedimientos para la puesta en servicio de instalaciones en el ámbito territorial de la Región de Murcia.
- Normas UNE



- Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Orden de 6 de Julio de 1.984 por la que se aprueban las Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.



## 1.4

### TITULAR DE LA INSTALACIÓN



Los datos relativos al titular y representante de la empresa son los indicados en las tablas siguientes:

Tabla 1.4.1

**TITULAR DE LA EMPRESA**

<i>Nombre:</i>	GOMA-COLCHONES, S.L
<i>Domicilio Fiscal:</i>	<i>Polígono de las tejas, paraje cerro de la fuente</i>
<i>Localidad:</i>	30.510 YECLA (Murcia)
<i>N.I.F.:</i>	A-xxxxxxx

Tabla 1.4.2

**REPRESENTANTE DE LA EMPRESA**

<i>Nombre:</i>	JACOB CANDELA PUCHE
<i>Domicilio:</i>	<i>Polígono de las tejas, paraje cerro de la fuente</i>
<i>Localidad:</i>	30.510 YECLA (Murcia)
<i>D.N.I.:</i>	48643397F
<i>En calidad de:</i>	Administrador Único
<i>Teléfono:</i>	618922597



## **1.5**

### **SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO**



La instalación objeto del presente Proyecto se encuentra situada dentro del término municipal de Yecla (Murcia), según se muestra en el Plano nº 1 'Emplazamiento y Situación'. Se ubica en del Polígono DE LAS TEJERAS paraje del cerro de la fuente.



## **1.6**

### **CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN**

### **1.6.1 PRESCRIPCIONES ESPECÍFICAS ADOPTADAS SEGÚN RIESGO DE LAS DEPENDENCIAS DE LA INDUSTRIA. SEGÚN LA INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA CORRESPONDIENTE DEL REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN (R.D. 842/2002, DE 2 DE AGOSTO)**

#### **1.6.1.1 LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN. CLASE Y ZONA (ITC BT 29)**

En la instalación, objeto del presente Proyecto de Instalación Eléctrica en Baja Tensión, la nave de trabajo y así mismo la segunda planta de la nave, serán destinadas a tratar convertir y almacenar goma espuma y productos textiles para fabricación de colchones, con lo cual irá marcado con la clase II de riesgo de zonas de incendio o explosión, y deberá acatar con lo dicho en la ITC BT 29 del actual REBT.

Los cables de la instalación tendrán tensión asignada mínima de 450/750v.

Dichos cables deberán disminuirse en un 15% respecto al valor correspondiente a sus parámetros normales, todos los cables irán protegidos con su magnetotérmico correspondiente a los valores dichos.

Los conductos serán escogidos cumpliendo los mínimos dichos en la ITC BT 29 tabla 3,4 y 5.

En este caso, en la zona de riesgo las canalizaciones serán bandejas metálicas perforadas cubiertas con tapa saliendo las líneas a buscar las maquinas con tubo poliamida libre de halógenos, con resistencia al fuego y no propagador de llama.

#### **1.6.1.2 LOCALES HÚMEDOS (ITC BT 30.1)**

Locales o emplazamientos húmedos son aquellos cuyas condiciones ambientales se manifiestan momentáneamente o permanentemente bajo la forma de condensación en el techo y paredes, manchas salinas o de moho aun cuando no aparezcan gotas, ni el techo o paredes están impregnados de gotas.

No se aplica en el proyecto.

#### **1.6.1.3 LOCALES MOJADOS (ITC BT 30.2)**

El Art. 2 de la ITC-BT-30 establece como locales o emplazamiento mojados como aquellos en los que suelo, techos y paredes estén o puedan estar impregnados de humedad y donde se vean aparecer, aunque sólo sea temporalmente, lodo o gotas gruesas de agua debido a la condensación o bien estar cubiertos con vaho durante largos periodos de tiempo.

Los baños y vestuarios pueden considerarse como locales mojados. El comedor no puede considerarse como local mojado.

En **Locales Mojados**, según la ITC-BT-30 los equipos admisibles deberán cumplir, entre otras, las siguientes condiciones:



- Las canalizaciones eléctricas serán estancas, utilizándose para terminales, empalmes y conexiones de estas, sistemas y dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua (IP-x4x).
- Se recomienda instalar los aparatos de mando y protección y tomas de corriente fuera de estos locales. Cuando no se pueda cumplir esta recomendación, los citados aparatos serán del tipo protegido contra las proyecciones de agua.
- Los receptores de alumbrado tendrán sus piezas metálicas bajo tensión protegidas contra las proyecciones de agua. La cubierta de los portalámparas será en su totalidad de material aislante hidrófugo.

- De acuerdo con lo establecido en la ITC-BT-22, se instalará, en cualquier caso, un dispositivo de protección en el origen de cada circuito derivado de otro que penetre en el local mojado.
- Queda prohibida en estos locales la utilización de aparatos móviles o portátiles, excepto cuando se utilice como sistema de protección la separación de circuitos o el empleo de muy bajas tensiones de seguridad, MBTS según la instrucción.

#### **1.6.1.4 LOCALES CON RIESGO DE CORROSIÓN (ITC BT 30.3)**

No se aplica en el proyecto.

#### **1.6.1.5 LOCALES POLVORIENTOS SIN RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN (ITC BT 30.4)**

No se aplica en el proyecto.

#### **1.6.1.6 LOCALES A TEMPERATURA ELEVADA (ITC BT 30.5)**

No se aplica en el proyecto.

#### **1.6.1.7 LOCALES A MUY BAJA TEMPERATURA (ITC BT 30.6)**

No se aplica en el proyecto.

#### **1.6.1.8 LOCALES EN LOS QUE EXISTAN BATERÍAS DE ACUMULADORES (ITC BT 30.7)**

No se aplica en el proyecto.

#### **1.6.1.9 LOCALES AFECTOS A UN SERVICIO ELÉCTRICO (ITC BT 30.8)**

No se aplica en el proyecto.

#### **1.6.1.10 LOCALES DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES. (ITC BT 30.9)**

No se aplica en el proyecto, salvo lo comentado para los locales mojados.

### **1.6.2 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN**

#### **1.6.2.1 CANALIZACIONES FIJAS**

Se considerarán como tales todas las canalizaciones, desde la que ubicará a la línea general de distribución a partir de la caja general de protección, hasta las que albergarán las líneas secundarias de distribución hasta los sub-cuadros o cuadros secundarios.

Las canalizaciones fijas en todo el recinto de la planta industrial se instalarán con

conductores aislados sobre bandeja perforada para las líneas de fuerza motriz general y alumbrado general, y con conductores aislados bajo tubos protectores rígidos blindados en montaje superficial (resistencia al impacto mínima IP-xx7), fabricados en PVC o polietileno.

Las curvas se resolverán con manguitos o codos rígidos de iguales características. Los tubos ubicados en las oficinas y los vestuarios serán flexibles y se colocarán empotrados en paredes y/o techo.

En los locales húmedos se instalarán conductores aislados rígidos bajo tubo protector aislante. Las canalizaciones serán estancas (IP-x4x), con empalmes y conexiones que presenten el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua (IP-x4x).

Los conductores utilizados serán de tensión nominal de 0,6/1 kV, flexibles con aislamiento de XLPE, la sección máxima a instalar será de 240 mm<sup>2</sup> de Cu, debiendo, en caso de necesitar mayores valores de sección, utilizar dos o más conductores para cada fase.

### **1.6.2.2 CANALIZACIONES MÓVILES**

Serán aquellas que partan desde la conexión de los sub-cuadros preparados al efecto hasta la caja de bornas de los motores. Destinadas únicamente para alimentar aparatos o máquinas portátiles, su empleo estará restringido a lo absolutamente indispensable.

El cable flexible de 0,6/1 kV de tensión nominal dispondrá de una cubierta de PVC u otro material aislante adecuado y estará dotado de conductor de tierra independiente aislado como los demás.

Los conductores en la entrada al aparato estarán protegidos contra los riesgos de tracción, torsión, cizallamiento, abrasión, plegado excesivo, etc., por medio de dispositivos apropiados constituidos por materias aislantes (ITC-BT-43); siendo su aislamiento, protección y ejecución responsabilidad del fabricante de la máquina.

### **1.6.2.3 MÁQUINAS ROTATIVAS**

Los motores tendrán una protección IP55, con refrigeración superficial y sus correspondientes elementos de protección mecánica y eléctrica.

Siguiendo las prescripciones de la ITC-BT-47, deberá colocarse una distancia mínima de las materias fácilmente combustibles superior a 1 m para potencias iguales o superiores a 1 kW. Todos los motores, deberán estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases. Serán de tipo protegido y estarán dotadas de grado de protección IP44, caja de conexiones no accesible, provista de taladros roscados para prensaestopas adecuados y con borne de puesta a tierra.

#### **1.6.2.4 LUMINARIAS**

Las luminarias fijas llevarán sus lámparas y portalámparas alojadas en envolventes adecuadas, protegiéndolas contra daños mecánicos por medio de guardas o instalándolas en puntos adecuados.

No se permitirá en ningún caso que penden de su cable de alimentación. Las cajas, accesorios y conectadores de suspensión deben ser adecuados a ese fin.

La conexión del cable entre la caja terminal y la luminaria podrá efectuarse a través de cable flexible y prensaestopas adecuados. El equipo de arranque y control debe alojarse en compartimientos apropiados convenientemente protegidos.

No son admitidos los portalámparas con interruptores de llave o pulsadores, a menos que lleven una envolvente aislante.

Las luminarias portátiles deben ser de construcción robusta, estar dotadas de mangos adecuados, guardas eficaces y portalámparas que impidan el que las lámparas se aflojen por sí solas. Serán alimentadas a una tensión de seguridad, no superior a 24 voltios, o bien por medio de transformadores de separación de circuitos (ITC-BT-44, apartado 4).

En los locales mojados, los receptores de alumbrado tendrán sus piezas metálicas bajo tensión protegidas contra las proyecciones de agua (IP x4x). Queda prohibida en estos locales la utilización de aparatos móviles o portátiles.

#### **1.6.2.5 TOMAS DE CORRIENTE**

Estarán provistas de clavija de puesta a tierra y diseñadas de modo que la conexión o desconexión al circuito de alimentación no se pueda efectuar con las partes en tensión al descubierto (tipo CETACT o similares, para la industria, y tipo SCHUKO o similares para las oficinas existentes).

Las tomas de corriente serán bases de enchufes monofásicos y trifásicos de 10, 16 A, protegidas con toma de tierra, interruptor y enclavamiento mecánico.

#### **1.6.2.6 APARATOS DE CONEXIÓN Y CORTE**

Los seccionadores sin fusibles no destinados a interrumpir o a establecer la corriente estarán dotados de envolventes metálicas estancas al polvo, diseñadas de modo que no permitan la salida de chispas y de material en combustión, ni tampoco que a través de sus paredes lleguen a prender materiales o acumulaciones exteriores de polvo inflamables.

A la entrada de la red se montará en el cuadro general de mando y protección un interruptor automático de 4x630 A, que protegerá conjuntamente los circuitos de fuerza motriz y alumbrado.

Los cuadros principales de mando y protección de la Nave estarán protegidos por un interruptor general de 4x400 A. Estos cuadros subdividirán la instalación en varios circuitos principales, de fuerza motriz y alumbrado, protegidos por interruptores automáticos que tendrán diverso valor, según el servicio que protejan. Ver anexo de cálculos y planos correspondientes del esquema unifilar.

#### **1.6.2.7 EQUIPO MÓVIL Y PORTÁTIL**

Las herramientas portátiles a mano llevarán incorporado un interruptor sometido a la presión de un resorte de manera que obligue al utilizador de la herramienta a mantener, en la posición de marcha, constantemente presionado ese interruptor. Dicho interruptor estará situado de manera que se evite el riesgo de la puesta en marcha intempestiva de la herramienta, cuando no sea utilizada.

Queda prohibida la utilización de aparatos móviles o portátiles en los locales mojados, excepto si se emplea como sistema de protección la separación de cortocircuitos o el empleo de pequeñas tensiones de seguridad, según ITC-BT-24.

#### **1.6.2.8 SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS**

Para protección contra contactos indirectos se conectarán a tierra tanto masas metálicas como receptores eléctricos, instalándose interruptores diferenciales de sensibilidad 30 mA para alumbrado, 300 mA para fuerza motriz y 1 A para interruptor regulador de protección del transformador.

#### **1.6.2.9 PROTECCIONES CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS**

Además del interruptor general, cada línea de abastecimiento a máquinas dispondrá de protección contra sobrecargas y cortocircuitos mediante interruptores magnetotérmicos.

#### **1.6.2.10 IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES**

Los conductores de fase serán de cualquier color distinto del asignado al neutro (azul) y del de tierra (amarillo-verde).

Todos los conductores de fase o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, podrá utilizarse el color gris para la tercera.

Cuando se utilicen conductores con aislamiento de 0,6/1 kV debido a que este tipo de conductor es negro, deberá marcarse con cinta azul (10 cm) para el neutro, deberá de marcarse con cinta amarillo-verde (10 cm) para el conductor de tierra, dejando el conductor sin marca de cinta para los conductores de fase.



## **1.7**

### **PROGRAMA DE NECESIDADES**

### 1.7.1 POTENCIA ELÉCTRICA INSTALADA PARA LOS DIFERENTES USOS.

Según la ITC -BT-01 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, la Potencia Eléctrica Prevista o Instalada queda definida como la '*Potencia máxima capaz de suministrar una instalación a los equipos y aparatos conectados a ella, ya sea en el diseño de la instalación o en su ejecución, respectivamente*'.  
'

En las siguientes tablas podemos observar las potencias nominales de la instalación eléctrica de baja tensión:

Tabla 1.7.1

#### POTENCIA NOMINAL

Descripción	Potencia (kW)
Fuerza Motriz	476.500
Alumbrado	97,380
Otros Usos	9,7
<b>Total, Potencia Nominal</b>	<b>583.58</b>

### RELACIÓN DE MAQUINARIA

Tabla 1.7.1

#### RELACIÓN DE MAQUINARIA INSTALADA

Núm.	Cant uds	Descripción	Por unitaria kW	Pot total kW
1	13	Mesas de doble sentido	0,740	9,62
2	5	Mesas de rodillo y brazo	0,370	1,85
3	1	Faldón	0,550	0,550
4	1	Prensa	4,05	4,05
5	1	Enrolladora	1,30	1,30
6	2	Dicoma	5,00	10,00
7	20	Mesas de cinta	0,370	7,40
8	2	Prensa de pegar tapas	0,750	1,50
9	2	Pegadora de tapas	4,40	8,80
10	6	Acumulador / pulmón	3,83	22,98
11	5	Cerradoras	1,29	6,45
13	2	Mesa reparar giratoria / voltear	0,730	1,46
14	4	Acolchadora Tapa a Tapa	10,00	40,00
15	2	Acolchadora multiaguja	12,00	24,00
16	2	Compresor de Tornillo	22,00	44,00
17	2	Depósito de Aire de 1.000 L	1,00	2,00
18	2	Secador de aire	1,00	2,00
21	3	Motores puertas automáticas	0,500	1,50
22	10	Motores puertas seccionales	0,500	5,00
23	2	Motor puerta acceso parcela	0,700	1,40

25	1	Cortadora vertical	2,50	2,50
26	6	Máquina de coser	0,750	4,50
27	2	Remalladora	1,00	2,00
28	1	Bordadora	0,650	0,650
29	1	Ventilación comedor	3,30	3,30
36	2	Motor stor enrollable	0,500	1,00
39	1	S.A.I.	1,00	1,00
40	1	RAC Servidores	2,00	2,00
41	2	RAC Comunicaciones	2,00	4,00
42	2	Acol. Platabandas Multiaguja	3,20	6,40
43	1	Acol. Platabandas 4 Cabezas	3,20	3,20
44	1	Máquina de Asas	1,50	1,50
45	1	Maq. colocación asas MANUAL	1,50	1,50
46	2	Máq. Colocac. asas AUTOMAT.	3,00	6,00
47	1	Cortadora Acolchados	1,50	1,50
48	1	Cortadora de disco	2,50	2,50
49	2	Montacargas	5,00	10,00
52	6	Muelle hidráulico	1,20	7,20

### 1.7.2 NIVELES LUMINOSOS EXIGIDOS SEGÚN DEPENDENCIAS Y TIPO DE LÁMPARAS

Tal y como podemos observar en el Apartado 2.4. de la presente memoria, los niveles luminosos que se adoptarán en cada dependencia superan los valores recomendados por la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Según el Apéndice B.1 Parámetros de iluminación de la Sección HE-3 'Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación' del CTE, se consideran aceptables los valores de los distintos parámetros de iluminación que definen la calidad de las instalaciones de iluminación interior, dispuestos en la siguiente normativa:

- UNE-EN 12464-1: 2003. Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte I: Lugares de trabajo en interiores.
- Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo, que adopta la norma EN 12.464 y ha sido

elaborada en virtud de lo dispuesto en el artículo 5 del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero y en la disposición final primera del Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, que desarrollan la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Para el alumbrado de la planta, se emplearán campanas led de 100 W en las zonas de altura en la nave y en la planta de arriba de la nave.

Para las oficinas se emplearán luminarias y proyectores para zonas de recepción, administración y producción. En los aseos se instalarán downlight led de 18 W.

### 1.7.3 POTENCIA ELÉCTRICA SIMULTÁNEA NECESARIA PARA EL NORMAL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL.

#### POTENCIA TOTAL PREVISTA

Tabla 1.7.4

##### POTENCIA NOMINAL

Descripción	Potencia (kW)
Fuerza Motriz	237,832
Alumbrado	97.380
Otros Usos	9.7
<b>Total, Potencia Nominal</b>	<b>344.912</b>

Para la obtención de la Potencia Total Prevista o Instalada en la instalación, se aplicará un factor de simultaneidad, el cual según la ITC-BT-01 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, queda definido como la '*Relación entre la totalidad de la potencia instalada o prevista, para un conjunto de instalaciones o de máquinas, durante un período de tiempo determinado, y las sumas de las potencias máximas absorbidas individualmente por las instalaciones o por las máquinas*', es decir, la relación de receptores conectados simultáneamente sobre el total.

Para el normal desarrollo de la actividad, consideraremos los siguientes factores de simultaneidad:

- Para Fuerza Motriz 0,70, en cualquier caso, se asegurará el arranque de los motores de mayor potencia.
- Para Alumbrado 1,00.
- Para Otros Usos 0.5 Se tendrá en cuenta la alimentación de receptores distintos de motores o aparatos de alumbrado. Lo utilizaremos para tomas de corriente,

que alimentarán en general a pequeños receptores que se podrán utilizar durante la actividad.

Aplicando los factores de simultaneidad a las distintas Potencias Nominales, obtendremos la Potencia Eléctrica Absorbida:

#### **1.7.4 DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE MEDIDA Y POTENCIA A CONTRATAR.**

De acuerdo con la potencia total instalada, la energía eléctrica en baja tensión la suministrará un transformador de 630 kVA, dimensionado para cubrir las necesidades de toda la instalación. La potencia por limitación del transformador será de 400 kW, por lo que ésta será la potencia máxima que se podrá contratar.

**POTENCIA ELÉCTRICA INSTALADA = 400 kW**

La potencia que contratar vendrá desde el transformador de abonado a cuenta del propietario de este proyecto, este centro de transformación suministrará la potencia demandada por todas las instalaciones.

La línea que abastezca este CT será de IBERDROLA y mediante voltaje en Alta tensión se contratará la potencia para nuestra instalación.



## **1.8**

### **DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN**

## **1.8.1 INSTALACIONES DE ENLACE**

Como se indica en la ITC-BT.14 y en la ITC-BT-15, en instalaciones para un sólo abonado no existen líneas repartidoras ni derivaciones individuales. En el caso que nos ocupa, indicaremos como derivación individual aquella Línea de Enlace, bien sea aérea o subterránea, que va desde el centro de transformación hasta enlazar con el cuadro general de mando y protección.

Existen una Instalación de Enlace que van desde el Centro de Transformación de Abonado hasta los Cuadros Generales de Baja Tensión HUBICADO EN LA CASETA DEL CT, que previsoramente se ha dejado un hueco de reserva para el cuadro de BT y futuras baterías de condensadores si se requirieran.

La Línea de Enlace que va desde la salida del trafo de baja tensión a el cuadro general de BAJATENSIÓN DEL CT será de dos líneas de  $(3 \times 240) / 120 \text{ mm}^2$  de Cu, aislamiento 0,6/1 kV XLPE (2x (3 fases + neutro)).

Esta línea, de tipo Retenax Flex Pirelli o similar, con aislamiento XLPE de 0,6/1 kV, de las secciones descritas se detallan en el Apartado 2 'Cálculos Justificativos' y se pueden apreciar en los distintos planos del presente proyecto.

### **1.8.1.1 CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN. UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS.**

El cuadro general será de mando y protección, según prescribe la ITC-BT-17, donde irán situados un interruptor automático magnetotérmico regulable, de corte omnipolar que permitirá su accionamiento manual, además de estar dotado de dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

La envolvente del cuadro se ajustará a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439-3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK 07 según UNE-EN 50.102.

El interruptor para el cuadro general de mando y protección de la Nave será un interruptor automático tetrapolar de 4x650 A regulable.

## **1.8.2 INSTALACIONES RECEPTORAS PARA MAQUINARÍA Y ALUMBRADO.**

### **1.8.2.1 CUADROS SECUNDARIOS Y SU COMPOSICIÓN**

Los cuadros secundarios albergarán los elementos de protección y maniobra de los distintos receptores de alumbrado y de fuerza motriz, según la distribución que se detalla en el Apartado 2 'Cálculos Justificativos' y que se pueden apreciar en los distintos planos del proyecto.

### **1.8.2.2 LÍNEAS DISTRIBUIDORAS Y SUS CANALIZACIONES**

Irán desde el cuadro general hasta los cuadros secundarios de distribución para alumbrado y fuerza motriz, incluso para las tomas de corriente.

El cable será de cobre tipo Sintenax o similar, con aislamiento de 0,6/1 kV. Estas líneas irán en primer tramo enterradas bajo tubo hasta llegar a sus cuadros principales de derivación, de ahí saldrán repartidas dentro del edificio con montaje de superficie sobre bandeja metálica siguiendo las paredes del recinto, y bajo tubo rígido de acero galvanizado en el caso de las romas de corriente sobre pared y las líneas de alumbrado.

Las secciones de cable, el diámetro del tubo y el tipo de canalización empleada se detallan en el Apartado 2 'Cálculos Justificativos' y se pueden apreciar en los planos correspondientes del presente proyecto.

### **1.8.2.3 PROTECCIÓN DE RECEPTORES**

Según prescribe la ITC-BT-47, todos los receptores de la instalación se protegerán mediante interruptores magnetotérmicos, contactores de maniobra y relés térmicos en su caso.

### **1.8.3 PUESTA A TIERRA**

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 instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La puesta a tierra que a continuación se describe se ha instalado en la instalación y está dimensionada para cubrir las necesidades de la instalación eléctrica de baja tensión objeto del presente proyecto.

#### **TOMA DE TIERRA**

Se han instalado 10 picas de 1,5 m de cobre, unidas por cobre desnudo de 687 m de longitud y 35 mm<sup>2</sup> de sección de cobre desnudo.

Las picas irán clavadas repartidas por todo el contorno de la instalación y como mínimo el doble de distancia a su longitud.

#### **LÍNEA PRINCIPAL DE TIERRA**

La línea principal de tierra está realizada por un conductor que unirá el punto de puesta a tierra con el módulo correspondiente en el cuadro general de mando y protección.



En nuestro caso la Línea principal de tierra está construida mediante conductor unipolar de cobre de 35 mm<sup>2</sup> de sección con aislamiento RV de 0,6/1 kV.

### **DERIVACIONES DE LAS LINEAS PRINCIPALES DE TIERRA**

Son las que unen el embarrado general de tierra, con cada uno de los circuitos a proteger. La sección de cada una de las derivaciones a tierra será la que indica la ITB-BT-19 para los conductores de protección. Para su canalización se utilizan las mismas canalizaciones que para las líneas de alimentación a receptores.

### **CONDUCTORES DE PROTECCIÓN**

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

En el circuito de puesta a tierra, los conductores de protección unirán las masas a la línea principal de tierra.

En el caso que nos ocupa, los conductores de protección serán de cable unipolar aislado y su sección deberá ser la correspondiente según la ITC-BT-19.

Para su instalación se utilizarán las canalizaciones instaladas para las líneas de alimentación a receptores.

Según prescribe la ITC-BT-18, en su apartado 11, se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas del centro de transformación.



## 2.

# CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

## 2.1 TENSIÓN NOMINAL Y CAÍDA DE TENSIÓN ADMISIBLE

La Tensión Nominal que utilizar será de 400/230 V en Acometida Trifásica.

La Caída de Tensión Máxima Admisible viene fijada por las diferentes Instrucciones Técnicas Complementarias como sigue:

- ITC-BT-14: Caída de tensión máxima de la línea general de alimentación en contadores totalmente centralizados: 0,5 % de la tensión nominal.
- ITC-BT-15: Caída de tensión máxima de la derivación individual en instalaciones en el caso de contadores totalmente concentrados: 1 %.
- ITC-BT-19: Caída de tensión máxima en instalaciones interiores para instalaciones industriales que se alimenten directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio:
  - Alumbrado que no sea viviendas: 3 %
  - circuitos de fuerza que no sean viviendas: 5%

## 2.2 FÓRMULAS UTILIZADAS

Para el cálculo de las diferentes líneas de distribución se han hecho algunas estimaciones aproximadas en los circuitos antiguos, con la única intención de expresar gráficamente (esquema eléctrico unifilar) su situación y características técnicas.

Para el cálculo y dimensionado de la instalación eléctrica en baja tensión emplearemos las siguientes fórmulas:

### SISTEMA TRIFÁSICO

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\alpha \cdot R}$$

$$e = \frac{P \cdot L}{k \cdot U \cdot S}$$

### SISTEMA MONOFÁSICO

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\phi}$$

$$e = \frac{R \cdot 2 \cdot P \cdot L}{k \cdot U \cdot S}$$

En donde:

P = Potencia (W)

$L =$  Longitud (m)

$e =$  Caída de tensión (V)

$k =$  Conductividad

Cobre = 56

Aluminio = 35

$I =$  Intensidad (A)

$U =$  Tensión (V)

$S =$  Sección ( $\text{mm}^2$ )

$\cos\phi =$  factor de potencia

$R =$  Rendimiento para líneas de motor

### 2.3 POTENCIA TOTAL INSTALADA Y DEMANDADA. COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD.

Según la ITC-BT-01 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, la Potencia Eléctrica Prevista o Instalada queda definida como la '*Potencia máxima capaz de suministrar una instalación a los equipos y aparatos conectados a ella, ya sea en el diseño de la instalación o en su ejecución, respectivamente*'.

En las siguientes tablas podemos observar las potencias nominales de la instalación eléctrica de baja tensión:

Tabla 2.1

#### POTENCIA NOMINAL

Descripción	Potencia (kW)
Fuerza Motriz	476,500
Alumbrado	97,380
Otros Usos	9,7
<b>Total Potencia Nominal</b>	<b>583,58</b>

Para la obtención de la Potencia Total Prevista o Instalada en la instalación, se aplicará un factor de simultaneidad, el cual según la ITC-BT-01 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, queda definido como la '*Relación entre la totalidad de la potencia instalada o prevista, para un conjunto de instalaciones o de máquinas, durante un período de tiempo determinado, y las sumas de las potencias máximas absorbidas individualmente por las instalaciones o por las máquinas*', es decir, la relación de receptores conectados simultáneamente sobre el total.

Para el normal desarrollo de la actividad, en función de la experiencia y de los datos

que se han ido obteniendo en las instalaciones actuales de GOMA COLCHONES desde su puesta en funcionamiento, consideraremos los siguientes Factores de Simultaneidad:

- Para Fuerza Motriz 0,70, en cualquier caso, se asegurará el arranque de los motores de mayor potencia.
- Para Alumbrado 1,00.
- Para Otros Usos 0,50. Se tendrá en cuenta la alimentación de receptores distintos de motores o aparatos de alumbrado. Lo utilizaremos para tomas de corriente, que alimentarán en general a pequeños receptores que se podrán utilizar durante la actividad.

Aplicando los Factores de Simultaneidad a las distintas Potencias Nominales, obtendremos la Potencia Eléctrica Absorbida:

Descripción	Potencia (kW)
Fuerza Motriz	237,832
Alumbrado	97.380
Otros Usos	9.7
<b>Total Potencia Nominal</b>	<b>344.912</b>

Tabla 2.5

#### POTENCIA ELÉCTRICA INSTALADA

De acuerdo con la potencia total instalada, la energía eléctrica en baja tensión la suministrará un transformador de 630 kVA, dimensionado para cubrir las necesidades de toda la instalación. La potencia por limitación del transformador será de 567 KW, planteando un Factor de potencia del 0.9 por lo que ésta será la potencia máxima que se podrá contratar que por posibles futuras ampliaciones tendremos en el transformador.

$$\text{POTENCIA ELÉCTRICA INSTALADA} = 400 \text{ kW}$$

## 2.4 CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LOS DIVERSOS CIRCUITOS

### 2.4.1 CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE LOS CIRCUITOS Y LÍNEAS

#### Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos\phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times P_c \times X_u \times \text{Sen}\phi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\phi) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \cos\phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times P_c \times X_u \times \text{Sen}\phi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\phi) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

$P_c$  = Potencia de Cálculo en Watios.

$L$  = Longitud de Cálculo en metros.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

e = Caída de tensión en Voltios.

*TFG JACOB CANDELA PUCHE*



$K$  = Conductividad.

$I$  = Intensidad en Amperios.

$U$  = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

$S$  = Sección del conductor en  $\text{mm}^2$ .

$\cos \phi$  = Coseno de  $\phi$ . Factor de potencia.

$R$  = Rendimiento. (Para líneas motor).

$n$  = N° de conductores por fase.

$X_u$  = Reactancia por unidad de longitud en  $\text{m}\Omega/\text{m}$ .

### Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1+\alpha (T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max}-T_0)$$

$(I/I_{\max})^2]$  Siendo,

$K$  = Conductividad del conductor a la

temperatura  $T$ .  $\rho$  = Resistividad del conductor a

la temperatura  $T$ .  $\rho_{20}$  = Resistividad del

conductor a  $20^\circ\text{C}$ .

$$Cu = 0.018$$

$$Al = 0.029$$

$\alpha$  = Coeficiente de temperatura:

$T$  = Temperatura del conductor

( $^\circ\text{C}$ ).  $T_0$  = Temperatura ambiente

( $^\circ\text{C}$ ):

Cables enterrados =  $25^\circ\text{C}$

Cables al aire =  $40^\circ\text{C}$

$T_{\max}$  = Temperatura máxima admisible del conductor ( $^\circ\text{C}$ ):

XLPE, EPR =  $90^\circ\text{C}$

PVC =  $70^\circ\text{C}$

$I$  = Intensidad prevista por el conductor (A).

$I_{\max}$  = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

### Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z ; I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

$I_b$ : intensidad utilizada en el circuito.

$I_z$ : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

$I_n$ : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables,

$I_n$  es la intensidad de regulación escogida.

$I_2$ : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica  $I_2$  se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ( $1,45 I_n$  como máximo).
- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ( $1,6 I_n$ ).



### Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos\phi = P/\sqrt{(P^2+ Q^2)}.$$

$$\tan\phi = Q/P.$$

$$Q_c = P(\tan\phi_1 - \tan\phi_2).$$

$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times \omega$ ; (Monofásico - Trifásico conexión estrella).  $C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times \omega$ ; (Trifásico conexión triángulo).

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Q<sub>c</sub> = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

$\phi_2$  = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

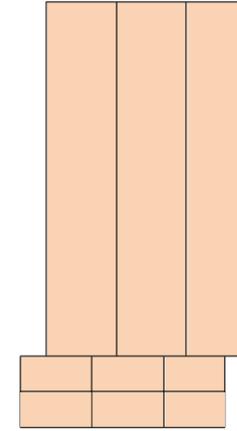
$\omega = 2\pi f$ ; f = 50 Hz.

C = Capacidad condensadores (F);  $\times 1000000$ ( $\mu$ F).

LOS SIGUIENTES CALCULOS SON REALIZADOS EN PROGRAMA EXCEL, EN ELLOS SE A CALCULADO TODA LA INSTALACION Y EN ELLOS NOS HEMOS VASADO PARA LLEVAR A CABO EL PROYECTO.



ID.	CONCEPTO	Pot. Inst. (W)	Pot. Cálculo TOTAL (W)	cos φ	Tensión (V)	Int. Cál (A)	Longitud (m)	Cond. uct.	MATERIAL	CADA TENSION PARCIAL	CADA TENSION ACUMULADA	CADA TENSION ADMISIBLE	Sección (mm <sup>2</sup> )	Int. Admis (A)	AISLAMIENTO	PROTECCION
DERIVACION INDIVIDUAL	DI	64158,00	38494,90	0,9000	400	617,35	5,00	56	CU	0,09	0,09	2%	2X240	640,00	XLPE 450/750V	630,00



ID.	CONCEPTO	Pot. Inst. (W)	Pot. Cálculo TOTAL (W)	cos φ	Tensión (V)	Int. Cál (A)	Longitud (m)	Cond. uct.	MATERIAL	CADA TENSION PARCIAL	CADA TENSION ACUMULADA	CADA TENSION ADMISIBLE	Sección (mm <sup>2</sup> )	Int. Admis (A)	AISLAMIENTO		PROTECCION
DI	LINEA PRINCIPAL 1	232495,90	232495,90	0,9000	400	372,87	15,00	56	CU	0,32	0,32	1,50%	240	400,00	XLPE	0,6/1KV	
L1	Alimentación LINEA 1	1825,00	1825,00	0,9000	400	2,93	20,00	56	CU	0,07	0,39	5%	6	49,00	XLPE	450/750V	25,00
L2	Alimentación LINEA 2	4790,00	4790,00	0,9000	400	7,68	34,00	56	CU	0,30	0,63	5%	6	49,00	XLPE	450/750V	25,00
L3	Alimentación LINEA 3	4790,00	4790,00	0,9000	400	7,68	42,00	56	CU	0,37	0,70	5%	6	49,00	XLPE	450/750V	25,00
L4	Alimentación LINEA 4	4060,00	4060,00	0,9000	230	19,61	50,00	56	CU	2,28	2,61	5%	6	49,00	XLPE	450/750V	25,00
L5	Alimentación LINEA 5	3690,00	3690,00	0,9000	400	5,92	40,00	56	CU	0,27	0,60	5%	6	49,00	XLPE	450/750V	25,00
L6	Alimentación LINEA 6	4940,00	4940,00	0,9000	400	7,92	40,00	56	CU	0,37	0,69	5%	6	49,00	XLPE	450/750V	25,00
L7	Alimentación LINEA 7	8400,00	8400,00	0,9000	400	13,47	43,00	56	CU	0,67	1,00	5%	6	49,00	XLPE	450/750V	25,00
L8	Alimentación LINEA 8	2210,00	2210,00	0,9000	400	3,54	70,00	56	CU	0,29	0,32	5%	6	49,00	XLPE	450/750V	25,00
L9	Alimentación LINEA 9	2210,00	2210,00	0,9000	400	3,54	45,00	56	CU	0,18	0,51	5%	6	49,00	XLPE	450/750V	25,00
L10	Alimentación LINEA 10	4500,00	4500,00	1,0000	400	6,50	1,00	56	CU	0,01	0,33	3%	6	49,00	XLPE	450/750V	25,00
L11	Alimentación LINEA 11	7800,00	7800,00	1,0000	400	11,26	1,00	56	CU	0,01	0,34	3%	6	49,00	XLPE	450/750V	25,00
L12	Alimentación LINEA 12	9300,00	9300,00	1,0000	400	13,42	1,00	56	CU	0,02	0,34	3%	6	49,00	XLPE	450/750V	25,00
L13	Alimentación LINEA 13	4900,00	4900,00	1,0000	400	7,07	1,00	56	CU	0,01	0,33	3%	6	49,00	XLPE	450/750V	25,00
L14	Alimentación LINEA 14	7700,00	7700,00	1,0000	400	11,11	1,00	56	CU	0,01	0,34	3%	6	49,00	XLPE	450/750V	25,00
CD1	CUADRO DERIVACION 1	23150,00	23150,00	0,9000	400	37,13	50,00	56	CU	0,52	0,84	5%	25	116,00	XLPE	450/750V	50,00
CD2	CUADRO DERIVACION 2	55900,00	55900,00	0,9000	400	89,65	100,00	56	CU	2,50	2,82	5%	25	116,00	XLPE	450/750V	63,00
CD OF 1	CUADRO OFICINAS 1	5000,00	5000,00	1,0000	400	7,22	30,00	56	CU	0,17	0,69	5%	10	68,00	XLPE	450/750V	32,00
CD OF 2	CUADRO OFICINAS 2	4700,00	4700,00	1,0000	400	6,78	50,00	56	CU	0,26	0,79	5%	10	68,00	XLPE	450/750V	32,00
CS1	CUADRO SECUNDARIO 1	11592,00	11592,00	0,9000	400	18,59	30,00	56	CU	0,65	0,97	5%	6	49,00	XLPE	450/750V	25,00
CS2	CUADRO SECUNDARIO 2	11592,00	11592,00	0,9000	400	18,59	20,00	56	CU	0,43	0,76	5%	6	49,00	XLPE	450/750V	25,00

				0										0	E		
CS3	CUADRO SECUNDARIO 3	11592,00	11592,00	0,900	400	18,59	60,00	56	CU	1,29	1,62	5%	6	49,0	XLP		25,00
				0										0	E	450/750V	
CS4	CUADRO SECUNDARIO 4	11592,00	11592,00	0,900	400	18,59	100,00	56	CU	2,16	2,48	5%	6	49,0	XLP		25,00
				0										0	E	450/750V	
CS5	CUADRO SECUNDARIO 5	11592,00	11592,00	0,900	400	18,59	100,00	56	CU	2,16	2,48	5%	6	49,0	XLP		25,00
				0										0	E	450/750V	
CS6	CUADRO SECUNDARIO 6	11592,00	11592,00	0,900	400	18,59	95,00	56	CU	2,05	2,37	5%	6	49,0	XLP		25,00
				0										0	E	450/750V	
CS7	CUADRO SECUNDARIO 7	8945,00	8945,00	0,900	400	14,35	75,00	56	CU	1,25	1,57	5%	6	49,0	XLP		25,00
				0										0	E	450/750V	
CS8	CUADRO SECUNDARIO 8	22745,00	22745,00	0,900	400	36,48	50,00	56	CU	2,12	2,44	5%	6	68,0	XLP		40,00
				0										0	E	450/750V	
CS9	CUADRO SECUNDARIO 9	14370,00	14370,00	0,900	400	23,05	60,00	56	CU	1,60	1,93	5%	6	49,0	XLP		25,00
				0										0	E	450/750V	
CS10	CUADRO SECUNDARIO 10	11592,00	11592,00	0,900	400	18,59	90,00	56	CU	1,94	2,26	5%	6	49,0	XLP		25,00
				0										0	E	450/750V	
CS11	CUADRO SECUNDARIO 11	11592,00	11592,00	0,900	400	18,59	130,00	56	CU	2,80	3,13	5%	6	49,0	XLP		20,00
				0										0	E	450/750V	
CS12	CUADRO SECUNDARIO 12	12832,00	12832,00	0,900	400	20,58	123,00	56	CU	2,94	3,26	5%	6	49,0	XLP		25,00
				0										0	E	450/750V	
CS13	CUADRO SECUNDARIO 13	11592,00	11592,00	0,900	400	18,59	82,00	56	CU	1,77	2,09	5%	6	49,0	XLP		20,00
				0										0	E	450/750V	
CS14	CUADRO SECUNDARIO 14	7160,00	7160,00	0,900	400	11,48	122,00	56	CU	1,62	1,95	5%	6	49,0	XLP		20,00
				0										0	E	450/750V	
CS15	CUADRO SECUNDARIO 15	11592,00	11592,00	0,900	400	18,59	142,00	56	CU	3,06	3,39	5%	6	49,0	XLP		32,00
				0										0	E	450/750V	
D2	LINEA PRINCIPAL 2	152446,00	217780,00	0,900	400	349,26	26,00	56	CU	0,53	0,53	5%	240	400,00	XLP		360,00
				0										0	E	450/750V	
CD1 L1	L1	7050,00	7050,00	0,900	400	11,31	30,00	56	CU	0,39	1,23	5%	6	49,0	XLP		25,00
				0										0	E	450/750V	
CD1 L2	L2	5000,00	5000,00	0,900	400	8,02	30,00	56	CU	0,28	1,12	5%	6	49,0	XLP		25,00
				0										0	E	450/750V	
CD1 L3	L3	4700,00	4700,00	0,900	400	7,54	30,00	56	CU	0,26	1,10	5%	6	49,0	XLP		25,00
				0										0	E	450/750V	
CD1 L4	L4	6400,00	6400,00	0,900	400	10,26	26,00	56	CU	0,31	1,15	5%	6	49,0	XLP		25,00
				0										0	E	450/750V	
CD2 L1	L1	6400,00	6400,00	0,900	400	10,26	40,00	56	CU	0,48	3,30	5%	6	49,0	XLP		25,00
				0										0	E	450/750V	
CD2 L2	L2	20000,00	20000,00	0,900	400	32,08	46,00	56	CU	1,03	3,85	5%	10	49,0	XLP		25,00
				0										0	E	450/750V	
CD2 L3	L3	29500,00	24000,00	0,900	400	38,49	80,00	56	CU	1,34	4,16	5%	16	91,0	XLP		25,00
				0										0	E	450/750V	
CD2 L4	L4	29500,00	24000,00	0,900	400	38,49	80,00	56	CU	1,34	4,16	5%	16	91,0	XLP		26,00
				0										0	E	450/750V	
C-ALT 1	CUADRO ALTILLO 1	11592,00	17890,00	0,900	400	28,69	1,00	56	CU	0,05	2,49	5%	10	68,0	XLP		80,00
				0										0	E	0,6/1KV	
L ALT 2	LINEA CUADRO ALTILLO 2	48690,00	5000,00	0,900	400	8,02	10,00	56	CU	0,14	2,58	5%	16	105,00	XLP		25,00
				0										0	E	450/750V	
C-ALT 2 L1	L1	4500,00	20000,00	0,900	400	32,08	10,00	56	CU	0,37	2,81	3%	6	91,0	XLP		25,00
				0										0	E	450/750V	
C-ALT 2 L2	L2	7800,00	11592,00	1,000	400	16,73	50,00	56	CU	0,65	1,17	3%	6	91,0	XLP		25,00
				0										0	E	450/750V	
C-ALT 2 L3	L3	9300,00	48690,00	1,000	400	70,28	10,00	56	CU	0,34	0,87	3%	6	91,0	XLP		25,00
				0										0	E	450/750V	
C-ALT 2 L4	L4	4900,00	4500,00	1,000	400	6,50	1,00	56	CU	0,01	0,87	3%	6	49,0	XLP		25,00
				0										0	E	450/750V	
C-ALT 2 L5	L5	7700,00	7800,00	1,000	400	11,26	1,00	56	CU	0,01	0,88	3%	6	49,0	XLP		25,00
				0										0	E	450/750V	
C-ALT 2 L6	L6	14490,00	9300,00	1,000	400	13,42	1,00	56	CU	0,02	0,88	5%	2,5	49,0	XLP		25,00
				0										0	E	450/750V	
C-ALT 3	CUADRO ALTILLO 3	7245,00	4900,00	1,000	400	7,07	1,00	56	CU	0,01	0,88	5%	6	29,0	XLP		25,00
				0										0	E	450/750V	

C-ALT4	CUADRO ALTILLO 4	7245,00	7700,00	1,000 0	400	11,11	1,00	56	CU	0,01	0,88	5%	6	49,0 0	XLP E	450/750V	25,00
C-ALT5	CUADRO ALTILLO 5	7245,00	14490,00	1,000 0	400	20,91	26,00	56	CU	1,68	2,55	5%	6	49,0 0	XLP E	450/750V	25,00
C-ALT6	CUADRO ALTILLO 6	7245,00	7245,00	0,900 0	400	11,62	50,00	56	CU	0,67	1,20	5%	6	49,0 0	XLP E	450/750V	16,00
C-ALT7	CUADRO ALTILLO 7	7245,00	7245,00	0,900 0	400	11,62	110,00	56	CU	1,48	2,01	5%	6	49,0 0	XLP E	450/750V	16,00
C-ALT8	CUADRO ALTILLO 8	7245,00	7245,00	0,900 0	400	11,62	75,00	56	CU	1,01	1,54	5%	6	49,0 0	XLP E	450/750V	25,00
C-ALT9	CUADRO ALTILLO 9	7245,00	7245,00	0,900 0	400	11,62	60,00	56	CU	0,81	1,34	5%	6	49,0 0	XLP E	450/750V	25,00
C-ALT10	CUADRO ALTILLO 10	7245,00	7245,00	0,900 0	400	11,62	120,00	56	CU	1,62	2,14	5%	6	49,0 0	XLP E	450/750V	25,00
C-ALT11	CUADRO ALTILLO 11	7245,00	7245,00	0,900 0	400	11,62	123,00	56	CU	1,66	2,18	5%	6	49,0 0	XLP E	450/750V	16,00
C-ALT12	CUADRO ALTILLO 12	7245,00	7245,00	0,900 0	400	11,62	110,00	56	CU	1,48	2,01	5%	6	49,0 0	XLP E	450/750V	16,00
CD-OF 1 L1	Alumbrado oficinas 1	1200,00	7245,00	0,900 0	400	11,62	82,00	56	CU	1,11	1,63	5%	2,5	21,0 0	XLP E	450/750V	10,00
CD-OF 1 L2	Alumbrado oficinas 2	720,00	7245,00	0,900 0	400	11,62	112,00	56	CU	1,51	2,04	5%	1,5	16,0 0	XLP E	450/750V	10,00
CD-OF 1 L3	Alumbrado oficinas 3	81,00	7245,00	0,900 0	400	11,62	142,00	56	CU	1,91	2,44	5%	1,5	16,0 0	XLP E	450/750V	10,00
CD-OF 1 L4	alumbrado comedor	216,00	1200,00	0,900 0	230	5,80	50,00	56	CU	1,62	2,31	5%	1,5	16,0 0	XLP E	450/750V	20,00
CD-OF 1 L5	alumbrado baño	3450,00	720,00	0,900 0	230	3,48	50,00	56	CU	1,62	2,31	5%	2,5	21,0 0	XLP E	450/750V	20,00
CD-OF 1 L6	TOMAS DE CORRIENTE aseos	3450,00	81,00	0,900 0	230	0,39	50,00	56	CU	0,18	0,88	5%	2,5	21,0 0	XLP E	450/750V	20,00
CD-OF 1 L7	puestos de trabajo 1	3450,00	216,00	0,900 0	230	1,04	10,00	56	CU	0,10	0,79	5%	4	21,0 0	XLP E	450/750V	20,00
CD-OF 1 L8	puestos de trabajo 2	3450,00	3450,00	0,900 0	230	16,67	20,00	56	CU	1,86	2,56	5%	2,5	27,0 0	XLP E	450/750V	20,00
CD-OF 1 L9	puestos de trabajo 3	3450,00	3450,00	0,900 0	230	16,67	20,00	56	CU	1,86	2,56	5%	2,5	21,0 0	XLP E	450/750V	16,00
CD-OF 1 L10	tomas de corriente comedor	1000,00	3450,00	0,900 0	230	16,67	50,00	56	CU	0,48	1,18	5%	2,5	21,0 0	XLP E	450/750V	16,00
CD-OF 1 L11	alimentación S.A.I.	4000,00	3450,00	0,900 0	230	16,67	50,00	56	CU	0,77	1,46	5%	2,5	21,0 0	XLP E	450/750V	16,00
CD-OF 1 L12	alimentación RAC	88,00	3450,00	0,900 0	230	16,67	50,00	56	CU	0,77	1,46	5%	2,5	21,0 0	XLP E	450/750V	20,00
CD-OF 1 L13	iluminacion S.A.I.	3450,00	1000,00	0,900 0	230	4,83	15,00	56	CU	0,41	1,10	5%	2,5	21,0 0	XLP E	450/750V	20,00
CD-OF 1 L14	tomas de corriente RAC	3450,00	4000,00	0,900 0	400	6,42	20,00	56	CU	0,36	1,05	5%	2,5	21,0 0	XLP E	450/750V	10,00
CD-OF 2 L1	ILUMINACIÓN GENERAL	630,00	88,00	0,900 0	230	0,43	20,00	56	CU	0,01	0,70	5%	2,5	21,0 0	XLP E	450/750V	10,00
CD-OF 2 L2	PROYECTORES	384,00	3450,00	0,900 0	230	16,67	20,00	56	CU	1,86	2,56	5%	2,5	21,0 0	XLP E	450/750V	20,00
CD-OF 2 L3	PUESTOS DE TRABAJO1	3450,00	3450,00	0,900 0	230	16,67	20,00	56	CU	1,86	2,56	5%	4	21,0 0	XLP E	450/750V	20,00
CD-OF 2 L4	PUESTOS DE TRABAJO2	3450,00	630,00	0,900 0	230	3,04	70,00	56	CU	1,19	1,98	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	20,00
CD-OF 2 L5	TOMAS DE CORRIENTE MONOFASICA	3450,00	384,00	0,900 0	400	0,62	50,00	56	CU	0,09	0,87	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA MUELLE1,1	ENCENDIDO 1	900,00	3450,00	0,900 0	230	16,67	60,00	56	CU	3,49	4,28	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA MUELLE1,2	ENCENDIDO 2	900,00	3450,00	0,900 0	230	16,67	50,00	56	CU	2,91	3,70	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA MUELLE1,3	ENCENDIDO 3	900,00	3450,00	0,900 0	230	16,67	70,00	56	CU	4,08	4,86	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA MUELLE1,4	ENCENDIDO 4	900,00	900,00	1,000 0	230	3,91	130,00	56	CU	1,97	2,31	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00

ZONA MUELLE1,5	ENCENDIDO 5	900,00	900,00	1,000 0	230	3,91	130,00	56	CU	1,97	2,31	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA ALMACEN1,1	ENCENDIDO 1	1300,00	900,00	1,000 0	230	3,91	130,00	56	CU	1,97	2,31	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA ALMACEN1,2	ENCENDIDO 2	1300,00	900,00	1,000 0	230	3,91	130,00	56	CU	1,97	2,31	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA ALMACEN1,3	ENCENDIDO 3	1300,00	900,00	1,000 0	230	3,91	130,00	56	CU	1,97	2,31	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA ALMACEN1,4	ENCENDIDO 4	1300,00	1300,00	1,000 0	230	5,65	120,00	56	CU	2,63	2,97	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA ALMACEN1,5	ENCENDIDO 5	1300,00	1300,00	1,000 0	230	5,65	120,00	56	CU	2,63	2,97	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA ALMACEN1,6	ENCENDIDO 6	1300,00	1300,00	1,000 0	230	5,65	120,00	56	CU	2,63	2,97	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 1.1	ENCENDIDO 1	1500,00	1300,00	1,000 0	230	5,65	120,00	56	CU	2,63	2,97	5%	6	49,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 1.2	ENCENDIDO 2	1500,00	1300,00	1,000 0	230	5,65	120,00	56	CU	2,63	2,97	5%	6	49,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 1.3	ENCENDIDO 3	1500,00	1300,00	1,000 0	230	5,65	120,00	56	CU	2,63	2,97	5%	6	49,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 1.4	ENCENDIDO 4	1600,00	1500,00	1,000 0	230	6,52	111,00	56	CU	1,87	2,22	5%	6	49,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 1.5	ENCENDIDO 5	1600,00	1500,00	1,000 0	230	6,52	111,00	56	CU	1,87	2,22	5%	6	49,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 1.6	ENCENDIDO 6	1600,00	1500,00	1,000 0	230	6,52	111,00	56	CU	1,87	2,22	5%	6	49,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 2.1	ENCENDIDO 1	900,00	1600,00	1,000 0	230	6,96	111,00	56	CU	2,00	2,34	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 2.2	ENCENDIDO 2	1000,00	1600,00	1,000 0	230	6,96	111,00	56	CU	2,00	2,34	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 2.3	ENCENDIDO 3	1000,00	1600,00	1,000 0	230	6,96	111,00	56	CU	2,00	2,34	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 2.4	ENCENDIDO 4	1000,00	900,00	1,000 0	230	3,91	116,00	56	CU	1,76	2,10	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 2.5	ENCENDIDO 5	1000,00	1000,00	1,000 0	230	4,35	116,00	56	CU	1,96	2,29	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 3,1	ENCENDIDO 1	1200,00	1000,00	1,000 0	230	4,35	116,00	56	CU	1,96	2,29	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 3,2	ENCENDIDO 2	1300,00	1000,00	1,000 0	230	4,35	116,00	56	CU	1,96	2,29	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 3,3	ENCENDIDO 3	1300,00	1000,00	1,000 0	230	4,35	116,00	56	CU	1,96	2,29	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 3,4	ENCENDIDO 4	1300,00	1200,00	1,000 0	230	5,22	83,00	56	CU	1,68	2,02	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 3,5	ENCENDIDO 5	1300,00	1300,00	1,000 0	230	5,65	83,00	56	CU	1,82	2,16	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 3,6	ENCENDIDO 6	1300,00	1300,00	1,000 0	230	5,65	83,00	56	CU	1,82	2,16	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA MUELLE1,1	ENCENDIDO 1	900,00	1300,00	1,000 0	230	5,65	83,00	56	CU	1,82	2,16	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA MUELLE1,2	ENCENDIDO 2	900,00	1300,00	1,000 0	230	5,65	83,00	56	CU	1,82	2,16	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA MUELLE1,3	ENCENDIDO 3	900,00	1300,00	1,000 0	230	5,65	83,00	56	CU	1,82	2,16	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA MUELLE1,4	ENCENDIDO 4	900,00	900,00	1,000 0	230	3,91	130,00	56	CU	1,97	2,85	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA MUELLE1,5	ENCENDIDO 5	900,00	900,00	1,000 0	230	3,91	130,00	56	CU	1,97	2,85	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA ALMACEN1,1	ENCENDIDO 1	1300,00	900,00	1,000 0	230	3,91	130,00	56	CU	1,97	2,85	5%	6	49,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA ALMACEN1,2	ENCENDIDO 2	1300,00	900,00	1,000 0	230	3,91	130,00	56	CU	1,97	2,85	5%	6	49,0 0	XLP E	450/750V	6,00

ZONA ALMACEN1,3	ENCENDIDO 3	1300,00	900,00	1,000 0	230	3,91	130,00	56 CU	1,97	2,85	5%	6	49,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA ALMACEN1,4	ENCENDIDO 4	1300,00	1300,00	1,000 0	230	5,65	120,00	56 CU	1,76	2,64	5%	6	49,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA ALMACEN1,5	ENCENDIDO 5	1300,00	1300,00	1,000 0	230	5,65	120,00	56 CU	1,76	2,64	5%	6	49,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA ALMACEN1,6	ENCENDIDO 6	1300,00	1300,00	1,000 0	230	5,65	120,00	56 CU	1,76	2,64	5%	6	49,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 1.1	ENCENDIDO 1	1500,00	1300,00	1,000 0	230	5,65	120,00	56 CU	1,76	2,64	5%	6	49,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 1.2	ENCENDIDO 2	1500,00	1300,00	1,000 0	230	5,65	120,00	56 CU	1,76	2,64	5%	6	49,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 1.3	ENCENDIDO 3	1500,00	1300,00	1,000 0	230	5,65	120,00	56 CU	1,76	2,64	5%	6	49,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 1.4	ENCENDIDO 4	1600,00	1500,00	1,000 0	230	6,52	111,00	56 CU	1,87	2,76	5%	6	49,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 1.5	ENCENDIDO 5	1600,00	1500,00	1,000 0	230	6,52	111,00	56 CU	1,87	2,76	5%	6	49,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 1.6	ENCENDIDO 6	1600,00	1500,00	1,000 0	230	6,52	111,00	56 CU	1,87	2,76	5%	6	49,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 2.1	ENCENDIDO 1	900,00	1600,00	1,000 0	230	6,96	111,00	56 CU	2,00	2,88	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 2.2	ENCENDIDO 2	1000,00	1600,00	1,000 0	230	6,96	111,00	56 CU	2,00	2,88	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 2.3	ENCENDIDO 3	1000,00	1600,00	1,000 0	230	6,96	111,00	56 CU	2,00	2,88	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 2.4	ENCENDIDO 4	1000,00	900,00	1,000 0	230	3,91	116,00	56 CU	1,76	2,64	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 2.5	ENCENDIDO 5	1000,00	1000,00	1,000 0	230	4,35	116,00	56 CU	1,96	2,83	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 3,1	ENCENDIDO 1	1200,00	1000,00	1,000 0	230	4,35	116,00	56 CU	1,96	2,83	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 3,2	ENCENDIDO 2	1300,00	1000,00	1,000 0	230	4,35	116,00	56 CU	1,96	2,83	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 3,3	ENCENDIDO 3	1300,00	1000,00	1,000 0	230	4,35	116,00	56 CU	1,96	2,83	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 3,4	ENCENDIDO 4	1300,00	1200,00	1,000 0	230	5,22	83,00	56 CU	1,68	2,56	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 3,5	ENCENDIDO 5	1300,00	1300,00	1,000 0	230	5,65	83,00	56 CU	1,82	2,70	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00
ZONA TALLER 3,6	ENCENDIDO 6	1300,00	1300,00	1,000 0	230	5,65	83,00	56 CU	1,82	2,70	5%	4	27,0 0	XLP E	450/750V	6,00

## 2.5 CÁLCULO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

### INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Según la investigación previa del terreno donde se realiza la instalación, se determina una resistividad media superficial  $\Phi = 300 \Omega\text{m}$ .

### CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Para el sistema de puesta a tierra optaremos por el sistema propuesto de un electrodo constituido por 12 picas de 1,5 m de cobre que estarán unidas por cobre desnudo enterrado lineal con una longitud aproximada de 687 m.

Considerando el montaje en paralelo y empleando las fórmulas de la tabla III de la ITC-BT-18, obtenemos la siguiente resistencia aproximada de tierra:

- Electrodo pica vertical

$$R_P = \frac{\rho}{L_P}$$

- Electrodo conductor enterrado horizontalmente

$$R_c = \frac{2 \cdot \rho}{L_c}$$

Siendo:

R <sub>p</sub> :	Resistencia de tierra piqueta	( $\Omega$ )
R <sub>c</sub> :	Resistencia de tierra conductor	( $\Omega$ )
$\Phi$ :	Resistividad del terreno	( $\Omega\text{m}$ )
L <sub>p</sub> :	Longitud de la pica	(m)
	Longitud del cobre	
L <sub>c</sub> :	desnudo	(m)

De esta forma se obtiene:

$$R_P = \frac{300 \Omega \cdot \text{m}}{1.5 \text{ m}} = 200 \Omega$$

$$R_c = \frac{2 \cdot 300 \Omega \cdot \text{m}}{687 \text{ m}} = 0.873 \Omega$$

- Electrodo total conductor enterrado y piquetas

$$R_{\text{TOTALELECTRODO}} = \frac{1}{\frac{n^{\circ} \text{ picas}}{R_P} + \frac{1}{R_C}}$$

$$R_{\text{TOTALELECTRODO}} = \frac{1}{\frac{10 \text{ picas}}{200 \Omega} + \frac{1}{0.87 \Omega}} = 0.836$$

$$R_{\text{TOTALELECTRODO}} = \frac{10 \text{ picas}}{200 \Omega} + \frac{1}{0.87 \Omega} \Omega$$



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

*TFG JACOB CANDELA PUCHE*



$$R_{\text{Total Electrodo}} = 0.836 \Omega$$

## PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Se instalarán interruptores diferenciales de 30 mA para alumbrado y 300 mA para fuerza motriz.

Según la ITC-BT-24, para esquema TT, se cumplirá la siguiente condición:

$$R_A \cdot I_a \leq U$$

Donde:

$R_A$ : es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

$I_a$ : es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.

$U$ : es la tensión de contacto límite convencional (50 V para condiciones normales).

El interruptor diferencial de protección general estará regulado a 1 A, por lo que éste es el caso más desfavorable.

$$R = \frac{50}{1} = 50 \Omega$$

$$R = 50 \Omega > 0.836 \Omega$$

Luego, la resistencia de tierra obtenida se mantiene por debajo de este valor.

YECLA 20 DE JULIO DE 2018

FDO: JACOB CANDELA PUCHE  
ESTUDIANTE DE GRADO DE  
INGENIERIA ELECTRICA.

TFG UPV CAMPUS DE ALCOY



### **3.**

## **PLIEGO DE CONDICIONES**



### **3.1**

## **CALIDAD DE LOS MATERIALES**

Las Instalaciones Eléctricas se ajustarán en su ejecución a las Normas dictadas por el Ministerio de Industria, Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, Normas Tecnológicas de la Edificación, Ordenanzas Municipales y Normas particulares de la Compañía suministradora.

Tendrán carácter de documentación contractual, independientemente del presente Pliego, todas las Normas, Disposiciones y Reglamentos que, por su carácter, sean de aplicación para la ejecución de las instalaciones.

### **3.1.1. CONDUCTORES ELÉCTRICOS**

Serán de cobre electrolítico y de aluminio, con doble capa aislante, siendo su tensión nominal de aislamiento de 1 kV para la derivación individual y para las líneas de alimentación para fuerza motriz, siendo para el resto de una tensión de aislamiento de 750 V, debiendo estar homologados según Normas UNE citadas en la Instrucción ITC-BT-02.

La caída de tensión en cualquier circuito de la instalación no superará el 4,5% para alumbrado y el 6,5% para fuerza motriz, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente.

### **3.1.2. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN**

Serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos, instalándose en la misma canalización que aquellos. Su sección mínima será la fijada por las tablas de la Instrucción ITC-BT-19, en función de la sección de los conductores de fase.

### **3.1.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES**

Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento, que serán:

- Azul claro: Conductor neutro.
- Amarillo-verde: Tierra y Protección.
- Marrón, negro y gris: Conductores de fase.

### **3.1.4. TUBOS PROTECTORES**

Se utilizará tubo de acero galvanizado para las canalizaciones de líneas a sub-cuadros de tomas de corriente y líneas de alumbrado, y bandeja metálica con tapa para las canalizaciones de las líneas a sub-cuadro y receptores de fuerza motriz.

Los diámetros interiores nominales mínimos, en milímetros, para los tubos protectores en función del número, clase y sección de los conductores que han de alojar, se indican en la Tabla III de la ITC-BT-21.

Los tubos deberán soportar, como mínimo, sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

- 60°C para tubos de PVC o PE.
- 70°C para tubos metálicos con forro aislante de papel impregnado.

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de las mismas y las de cualquier otra instalación se mantengan una distancia de, por lo menos, 3 cm.

En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente o de humo, se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y por lo tanto, se mantendrán separadas por una distancia conveniente.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán paralelamente por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, como son las destinadas a conducción de vapor de agua, etc. a menos que se tomen las precauciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas de los efectos de dichas condensaciones.

### **3.1.5. CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN**

Serán de material aislante o metálico, aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación.

Sus dimensiones serán tales que permitirán alojar todos los conductores de los circuitos que deban contener. Su profundidad equivaldrá como mínimo al diámetro del tubo mayor más un 50%, con un mínimo de 40 mm para su profundidad y 80 mm para el diámetro o lado interior.

Se dispondrá fijaciones a una y otra parte de los cambios de dirección y de los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas y aparatos.

### **3.1.6. APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA**

Son los interruptores que cortarán la corriente máxima del circuito en que están colocados, sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo y cerrando el circuito sin posibilidad de tomar una posición intermedia, serán del tipo cerrado y de material aislante.

Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura en ningún caso pueda exceder de 65°C en ninguna de sus piezas.

Su construcción será tal que permita realizar un número de maniobras de apertura y cierre, del orden de 10.000 con su carga nominal a la tensión de trabajo.

Llevarán marcada su intensidad y tensión nominales y estarán probados a una tensión de 500 a 1000 V.

### **3.1.7. APARATOS DE PROTECCIÓN**

Son los disyuntores, los fusibles y los interruptores diferenciales.

Los disyuntores serán de tipo magnetotérmico de accionamiento manual, y podrán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, abriendo y cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia.

Su capacidad de corte, para la protección de cortocircuito que pueda presentarse en un punto de su instalación para la protección contra el calentamiento de las líneas se regulará una temperatura inferior a los 60°C.

Llevarán marcada la intensidad y tensión nominales de funcionamiento así como el signo indicador de su desconexión.

Tanto los disyuntores como los interruptores diferenciales, cuando no puedan soportar las corrientes de cortocircuito, irán acoplados con fusibles calibrados.

Los fusibles empleados para proteger los circuitos secundarios, serán calibrados a la intensidad del circuito que protegen. Se podrán sustituir bajo tensión sin peligro alguno y llevarán marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo.



## **3.2**

### **NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

El conexionado entre los dispositivos de protección se ejecutará ordenadamente, procurando disponer regletas de conexionado para los conductores activos y para el conductor de protección. Se fijará sobre los mismos un letrero de material metálico en el que se indique el nombre del instalador, grado de electrificación y fecha en que se ejecutó la instalación.

La ejecución de las canalizaciones, se efectuará siguiendo perfectamente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectúa la instalación. Los conductores se alojarán en los tubos o bandejas una vez colocados éstos; la unión de conductores, tal como empalme o derivación, no se podrá efectuar por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión. Estas uniones se efectuarán siempre en el interior de las cajas de empalme.

No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos a la vez.

Los circuitos eléctricos derivados llevarán una protección contra sobrecorrientes, bien por medio de un interruptor automático o cortacircuito fusible, que se instalarán siempre sobre los conductores de fase.

Los circuitos de tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos cualquiera que sean éstos. Siempre la conexión de masas y elementos metálicos al circuito de puesta a tierra, se efectuará por derivaciones de éste.



### **3.3**

## **PRUEBAS REGLAMENARIAS**

Antes de la recepción de las instalaciones se deberán efectuar las siguientes pruebas:

- Medición de la resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.
- Medición de la toma de tierra.
- Comprobación de disparo de los interruptores diferenciales.
- Comprobación de disparo de los interruptores magnetotérmicos.

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas del centro de transformación.

Las instalaciones eléctricas deberán presentar una resistencia de aislamiento por lo menos igual a  $1.000 \times U$  Ohmios, siendo  $U$  la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 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 voltios y como mínimo 250 voltios con una carga externa de 100.000 Ohmios.

Se dispondrá un punto de puesta a tierra accesible y señalizado, para poder efectuar la medición de la resistencia de tierra.



### **3.4**

## **CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD**



Durante el uso normal de la instalación se deberán tener en consideración las siguientes condiciones básicas de uso, mantenimiento y seguridad de la instalación eléctrica:

- No debe tocarse ninguna parte de la instalación en tensión aunque se esté aislado.
- Debe humedecerse con frecuencia la toma de tierra y vigilar su buen estado, así como el de los aparatos instalados y sus elementos.



### **3.6**

## **CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN**



El titular de la instalación, deberá poseer, a la recepción de la misma, los siguientes documentos:

- Ejemplar del Proyecto Técnico inicial de la instalación, copia fidedigna del presentado ante la Administración Pública.
- Copia de la Certificación de Dirección y Terminación de Obra, con las variaciones y modificaciones que se hubieran producido durante la ejecución de las instalaciones, así como los valores de las mediciones efectuadas.
- Copia del Boletín de Conexión a la red eléctrica, correspondiente a la instalación, adecuadamente diligenciado por la Administración



### **3.7**

## **LIBRO DE ÓRDENES**

Salvo especificación documentada en contrario, la Dirección Facultativa de la Obra estará a cargo del Equipo Redactor del proyecto correspondiente.

La Dirección Facultativa de la obra deberá velar por el cumplimiento de las Especificaciones del Proyecto y el cumplimiento de la Normativa vigente, tanto en cuanto a la calidad de los materiales, como en cuanto a los métodos de ejecución de las instalaciones, de modo que a la finalización de las mismas, se hallen en adecuadas condiciones de recepción, cumpliendo, por consiguiente, las garantías adecuadas de seguridad que establecen las leyes.

Mediante la emisión de la Certificación de Dirección y Terminación de Obra, la Dirección Facultativa quedará responsabilizada del cumplimiento, en el momento de la Recepción, de los extremos anteriormente citados.

El Instalador Electricista Autorizado, o en su caso la Empresa Instaladora correspondiente, quedará como responsable subsidiario de las instalaciones por causas tales como vicios ocultos, modificaciones no comunicadas y difícilmente observables, etc.

A los efectos del buen desarrollo de la obra e instalaciones, la Dirección Facultativa facilitará, a pie de obra, un Libro de Ordenes, en donde se recogerán todas las notas, modificaciones, observaciones, etc, que se estimen oportunas.

Estas notas irán firmadas por la Dirección Facultativa y por el receptor de la información quedando constancia de ello en un calco matriz.

YECLA 20 DE JULIO DE 2018

Fdo.

JACOB CANDELA PUCHE  
ESTUDIANTE DE GRADO DE  
INGENIERIA ELECTRICA.

TFG UPV CAMPUS DE ALCOY





## **4.**

# **PRESUPUESTO**



#### **4.1.**

### **PRESUPUESTO PARCIAL CON PRECIOS UNIARIOS**



<b>cableado</b>				
objeto	cantidad	fases*m	precio	total
RZ1-(AS) 240mm2	45		135	40,00 €
RZ1-(AS) 120mm2	45		45	20,00 €
RZ1-(AS) 25mm2	150		750	6,00 €
RZ1-(AS) 16mm2	200		1000	4,30 €
RZ1-(AS) 10mm2	200		1000	3,30 €
RZ1-(AS) 6mm2	5000		25000	2,20 €
RZ1-(AS) 4mm2	600		3000	2,90 €
RZ1-(AS) 2,5mm2	600		3000	1,05 €
RZ1-(AS) 1,5mm2	150		750	0,60 €
CABLE DESNUDO 35mm2	690		690	4,00 €
grapa de tierra	11		11	10,00 €
pica de tierra 1,5m	11		11	20,00 €
<b>total cables</b>				

<b>iluminacion</b>				
	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL	
			OBJETO	
CAMPANA	690		60	41.400,00 €
PANTALLAS LED 60X60	100		50	5.000,00 €
DOWLIGHT LEDS	80		25	2.000,00 €
OJOS DE BUEY LEDS	50		20	1.000,00 €
PROYECTORES LEDS	35		30	1.050,00 €
CANAL PROYECTORES	40		30	1.200,00 €
<b>TOTAL ILLUM</b>				<b>51.650,00 €</b>

<b>MECANISMOS</b>				
9 INTERRUTORES	26		6	156,00 €
12 CONMUTADORES	20		8	160,00 €
16 PUESTOS TRABAJO	34		15	510,00 €
BASES SHUCKO PUESTOS TRABAJO	128		3	384,00 €
TOMAS INTERNET PUESTOS TRABAJO	64		3	192,00 €
BASES SHUCKO 16A	45		8	360,00 €
EMERGENCIAS	30		20	600,00 €
<b>TOTAL MECANISMOS</b>				<b>2.362,00 €</b>

OBJETOS DE INSTALACIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL	
BANDEJA PERFORADA	600		10	6.000,00 €
TAPAS DE BANDEJA	600		5	3.000,00 €
TUBO POLIAMIDA PG 32	400		2	800,00 €
TUBO POLIAMIDA PG 23	800		1,5	1.200,00 €
TUBO POLIAMIDA PG 21	300		1	300,00 €

2TUBO COARRUGADO M 30	200	1,5	300,00 €
TUBO COARRUGADO M 25	400	1	400,00 €
TUBO COARRUGADO M20	300	0,5	150,00 €
HERRAJES DE ANCLAJE			500,00 €
CAJAS MECANISMOS	50	0,5	25,00 €
CAJAS MECANISMOS PLADUR	50	0,6	30,00 €
<b>SUMAA TOTAL</b>			<b>12.705,00 €</b>

<b>protecciones</b>			
	UNIDAD	PRECIO	TOTAL
<b>TERMICOS Y DIFERENCIALES</b>			
INTERRUPTOR AUTOMATICO GENERAL 400A 22KA REG	2	500	1.000,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO 80A 15KA 4P	1	200	200,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO 63A 15KA 4P	1	150	150,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO 50A 15KA 4P	2	125	250,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO 40A 15KA 4P	3	100	300,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO 32A 15KA 4P	1	50	50,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO 25A 15KA 4P	33	70	2.310,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO 20A 15KA 4P	5	45	225,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO 16A 15KA 4P	3	40	120,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO10A 15KA 4P			0,00 €
			0,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO 80A 5KA 4P	1	150	150,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO 63A 5KA 4P			0,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO 50A 5KA 4P			0,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO 32A 5KA 4P	1	50	50,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO 25A 5KA 4P	10	40	400,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO 16A 5KA 4P	5	40	200,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO10A 5KA 4P	3	20	60,00 €
			0,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO 80A 15KA 2P			0,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO 63A 15KA 2P			0,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO 50A 15KA 2P			0,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO 32A 15KA 2P			0,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO 25A 15KA 2P	26	25	650,00 €
INERRUPTOR AUTOMATICO 20A 15KA 2P	2	20	40,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO 16A 15KA 2P			0,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO10A 15KA 2P			0,00 €
			0,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO 80A 5KA 2P			0,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO 63A 5KA 2P	1		0,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO 50A 5KA 2P	1		0,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO 32A 5KA 2P	1	40	40,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO 25A 5KA 2P	3		0,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO 20A 5KA 2P	4	30	120,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO 16A 5KA 2P			0,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO10A 5KA 2P	2	15	30,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO 6A 5KA 2P	60	12	720,00 €
			0,00 €
DIFERENCIAL 100A 30MA AC 4P	1	150	150,00 €

DIFERENCIAL 63A 30MA AC 4P	3	75	225,00 €
DIFERENCIAL 40A 30MA AC 4P	0	30	0,00 €
DIFERENCIAL 25A 30MA AC 4P	0	25	0,00 €
			0,00 €
DIFERENCIAL 63A 300MA AC 4P	2	80	160,00 €
DIFERENCIAL 40A 300MA AC 4P	1	50	50,00 €
DIFERENCIAL 25A 300MA AC 4P	3	40	120,00 €
			0,00 €
DIFERENCIAL 63A 30MA AC 2P			0,00 €
DIFERENCIAL 40A 30MA AC 2P	1	25	25,00 €
DIFERENCIAL 25A 30MA AC 2P	1	20	20,00 €
			0,00 €
DIFERENCIAL 63A 300MA AC 2P			0,00 €
DIFERENCIAL 40A 300MA AC 2P			0,00 €
DIFERENCIAL 25A 300MA AC 2P	5	50	250,00 €
			0,00 €
ARMARIO METALICO 230 HUECOS	1	1000	1.000,00 €
ARMARO 94 HUECOS	1	400	400,00 €
CUADRO 35 HUECOS	5	80	400,00 €
CUADRO ESTANCO CON TOMAS MONOFASICAS Y TRIFASCAS	1	40	40,00 €
	1	80	80,00 €
<b>TOTAL CUADROS</b>			<b>9.985,00 €</b>

<b>total de presupuesto =</b>	
<b>cableado</b>	88.790,00 €
<b>ilumincion</b>	51.650,00 €
<b>mecanismos</b>	2.362,00 €
<b>preinstalacion</b>	12.705,00 €
<b>protecciones</b>	9.985,00 €
<b>TOTAL=</b>	165.492,00 €
<b>realizacion del proyecto</b>	1.000,00 €
<b>TOTAL=</b>	166.492,00 €
<b>21% IVA</b>	34.963,32 €
<b>TOTAL=</b>	201.455,32 €





## 4.2.

### **RESUMEN DEL PRESUPUESTO**



El resumen final de los diferentes capítulos contemplados en el presupuesto del presente Proyecto es el siguiente:

<b>total de presupuesto =</b>	
<b>cableado</b>	88.790,00 €
<b>iluminacion</b>	51.650,00 €
<b>mecanismos</b>	2.362,00 €
<b>preinstalacion</b>	12.705,00 €
<b>protecciones</b>	9.985,00 €
<b>TOTAL=</b>	165.492,00 €
<b>realizacion del proyecto</b>	1.000,00 €
<b>TOTAL=</b>	166.492,00 €
<b>21% IVA</b>	34.963,32 €
<b>TOTAL=</b>	201.455,32 €

**El presente Presupuesto asciende a la cantidad de**  
**DOSCIENTOS UN MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS**  
**#201455,32.-€#**

YECLA 20 DE JULIO DE 2018

FDO: JACOB CANDELA PUCHE  
ESTUDIANTE DE GRADO DE  
INGENIERIA ELECTRICA.

TFG UPV CAMPUS DE ALCOY



## **5 PLANOS**

## INDICE PLANOS

5.1 SITUACION Y EMPLAZAMIENTO

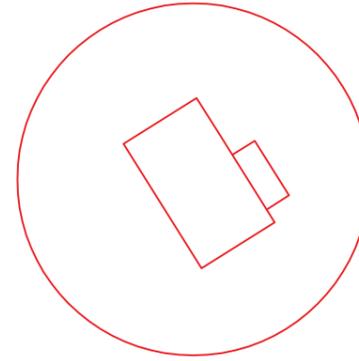
5.2 UBICACIÓN DE LOS DISTINTOS DEPARTAMENTOS DE LA INDUSTRIA

5.2.1 SITUACION DE LAS CARGAS EN LA INDUSTRIA

5.2.2 PLANO DE CANALIZACIONES

5.3 ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACION

5.4 PUESTA A TIERRA DETALLADA.



PROYECTO: PROYECTO DE BAJA TENSION GOMA COLCHONES

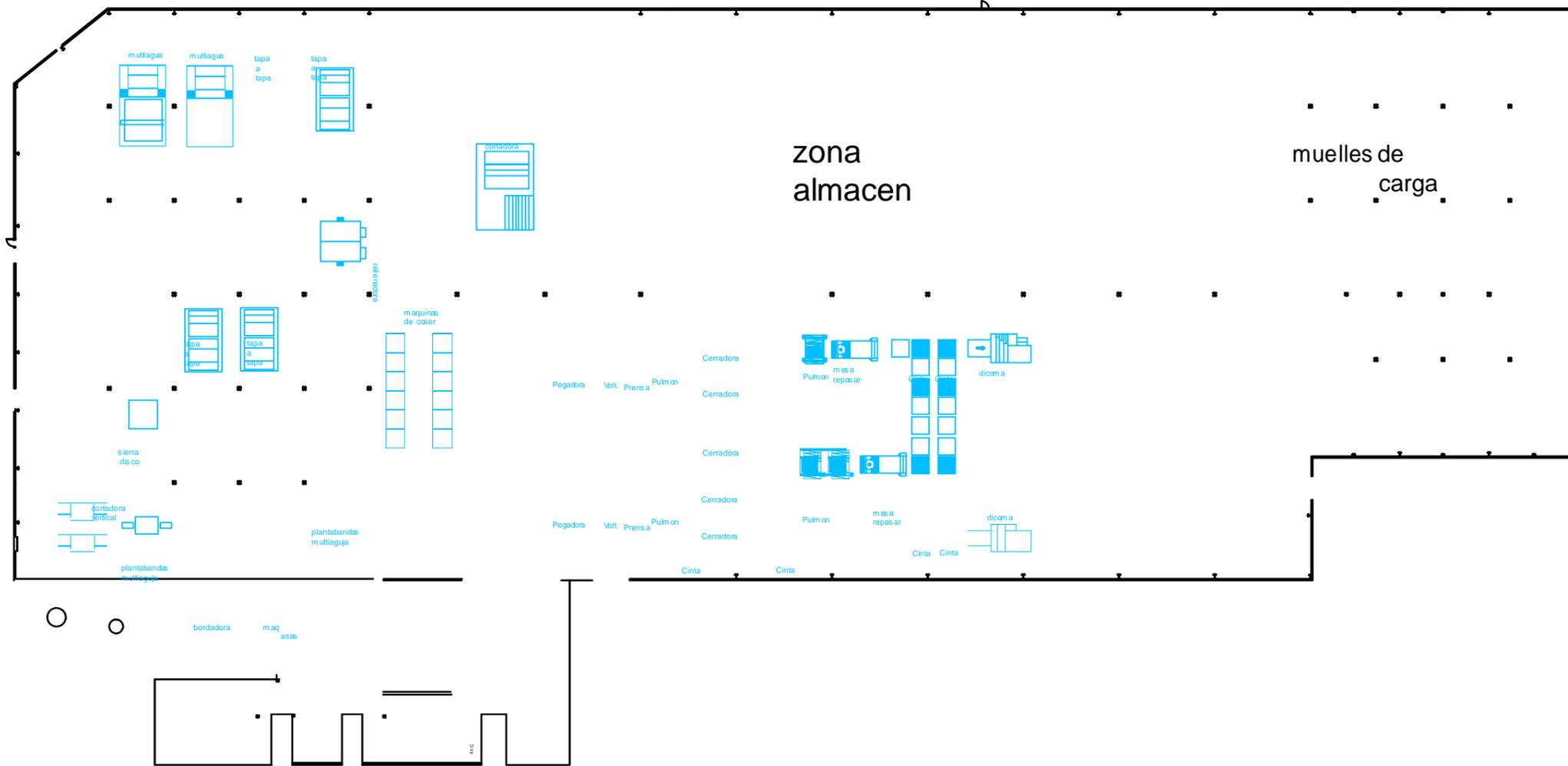
PLANO: PLANO DE SITUACION

AUTOR: JACOB CANDELA PUCHE

ESCALA:

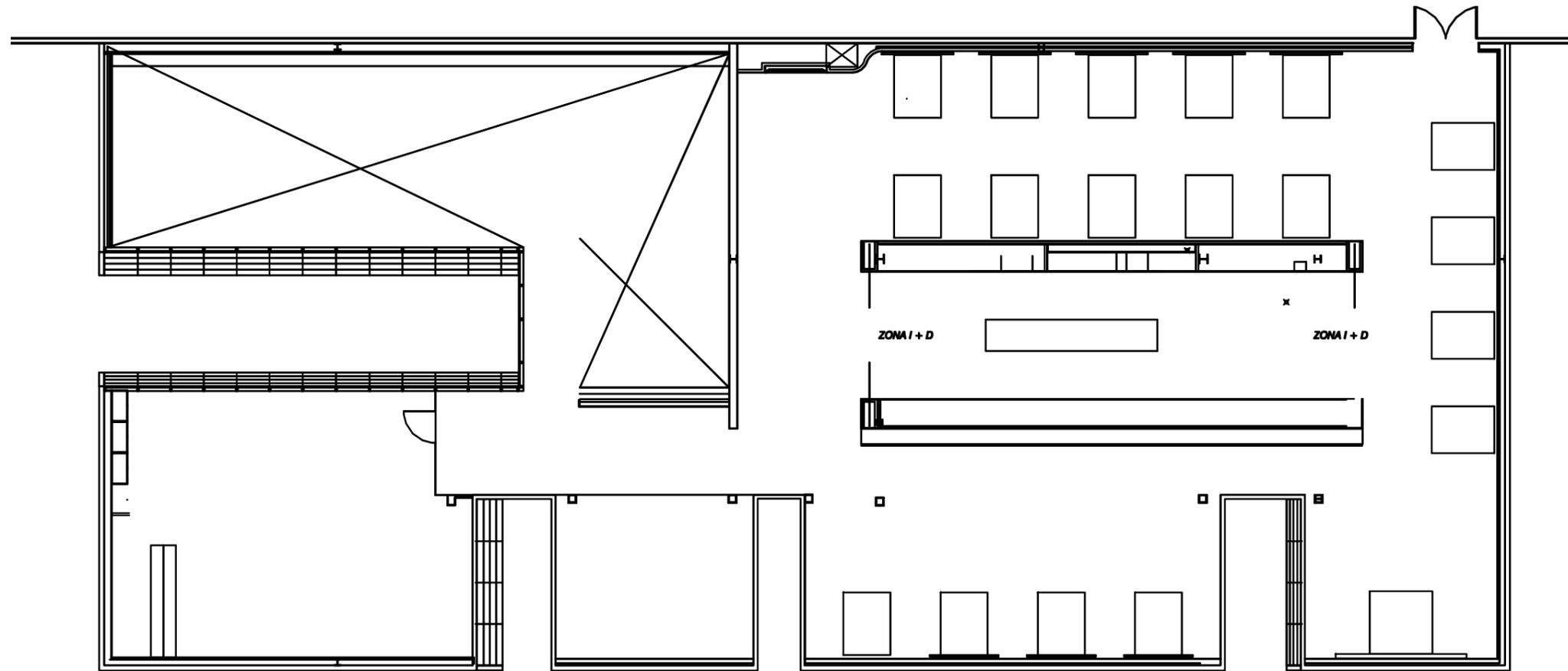
FECHA:  
20-7-2018

Nº **1**

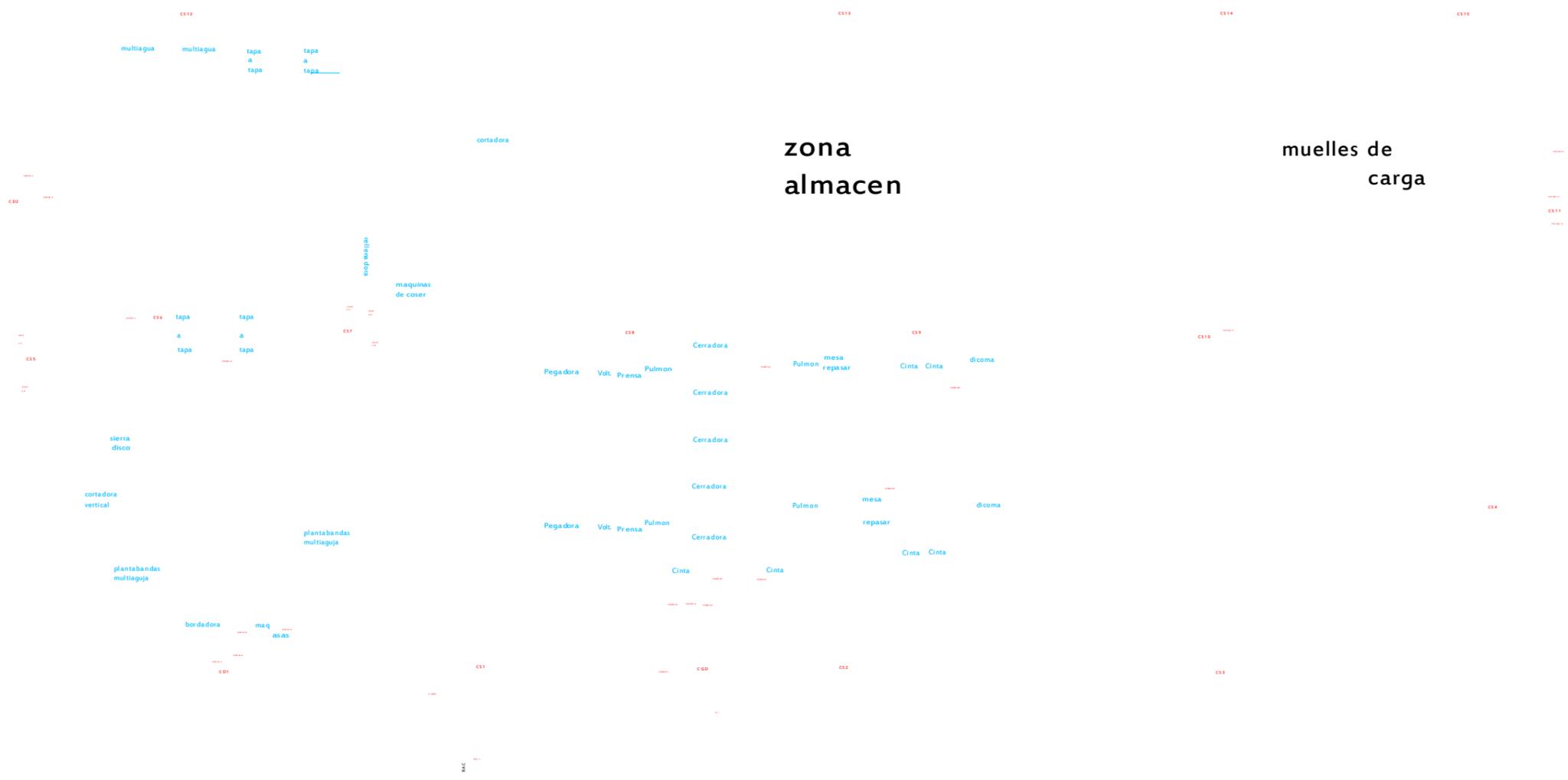


PROYECTO: <b>GOMA COLCHONES</b>			
PLANO:	<b>DISTRIBUCION PLANTA</b>		



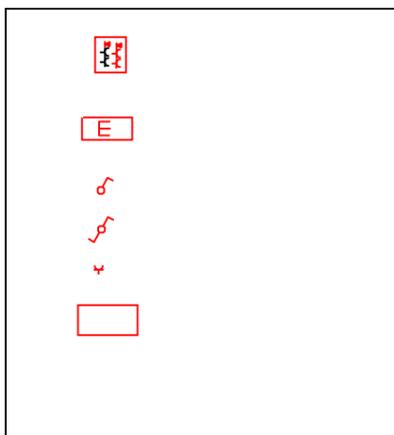
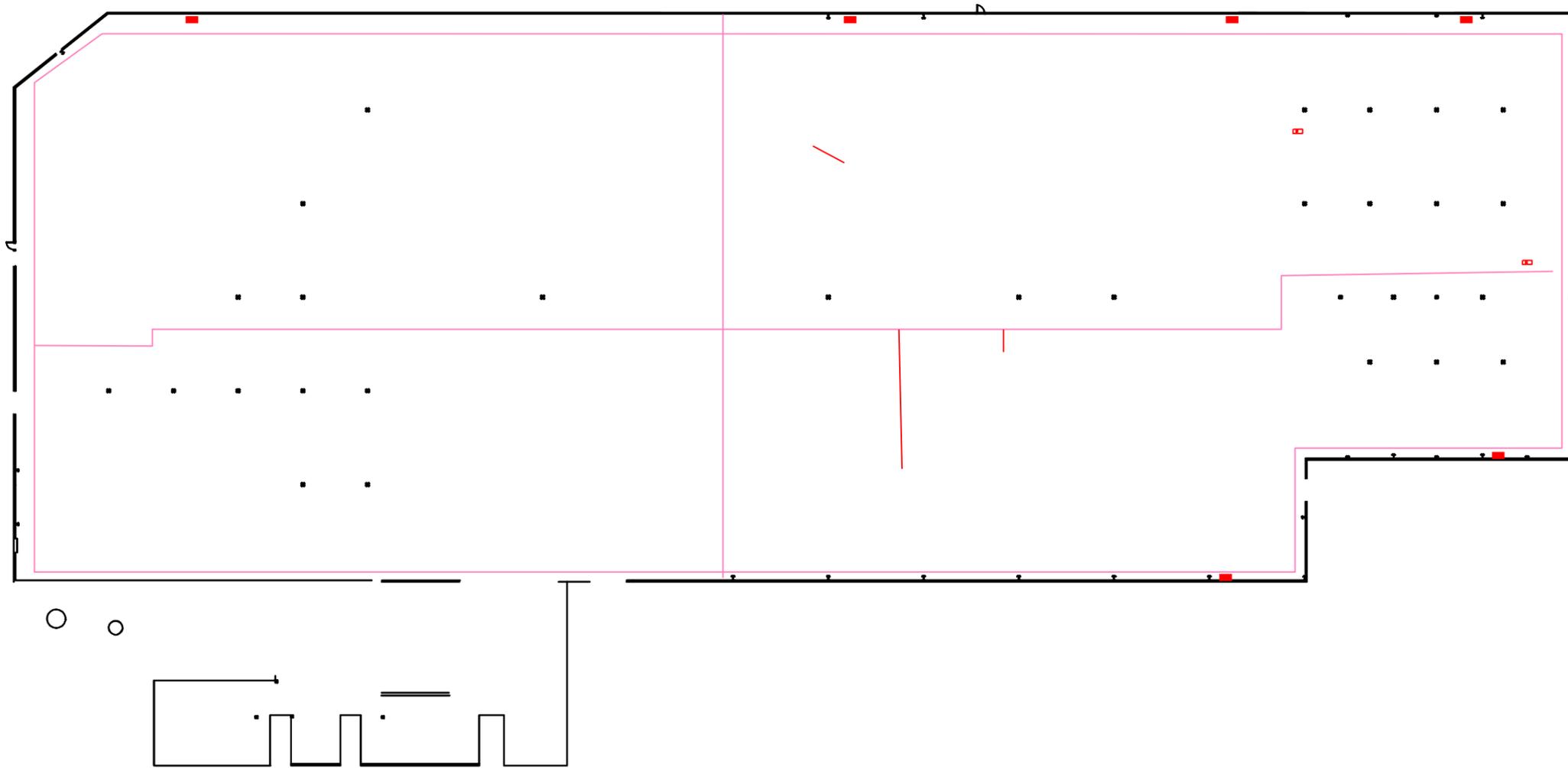


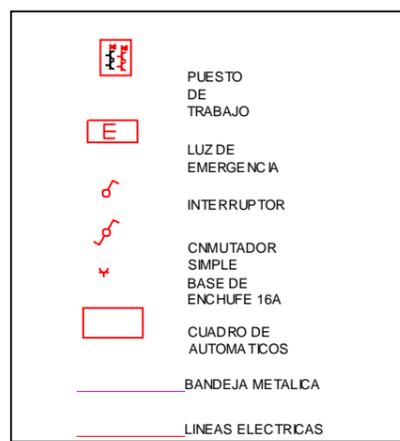
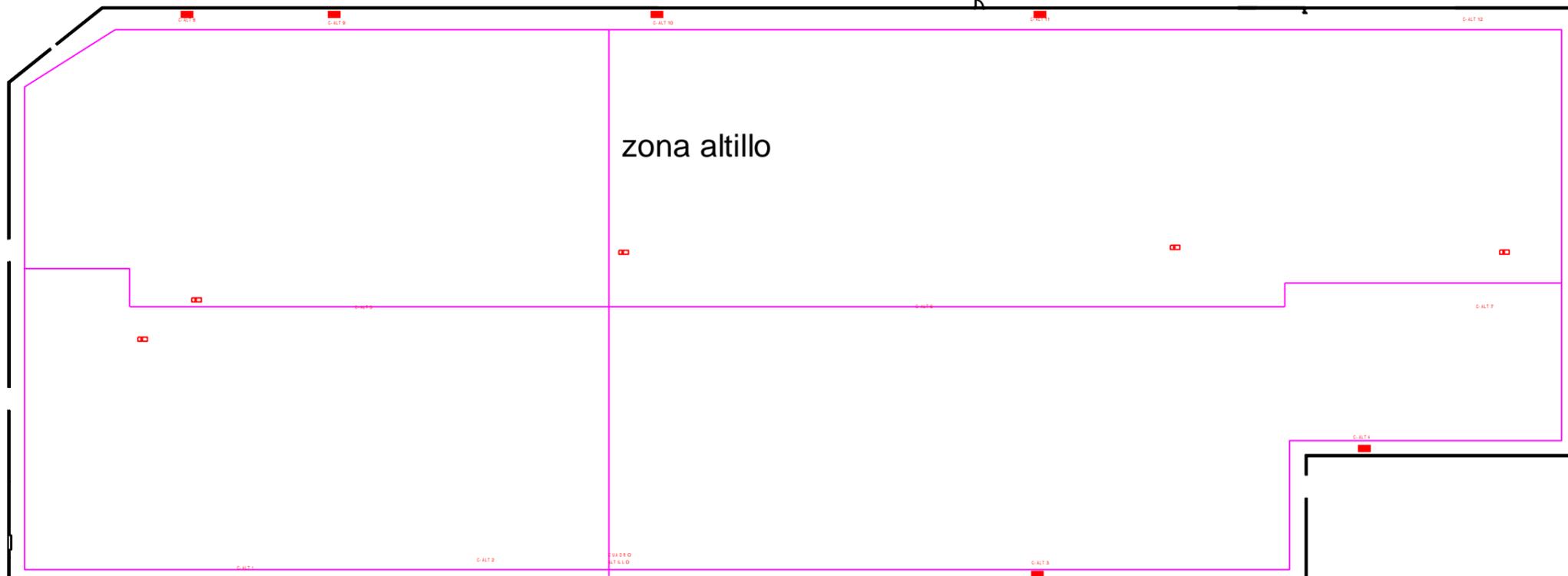
PROYECTO:	GOMA COLCHONES		
PLANO:	PLANO DE PLANTA 2ºPISO OFICINAS		
AUTOR:	JACOB CANDELA PUCHE	ESCALA:	1:50
FECHA:	20-7-2018	Nº	2.1



- PUESTO DE TRABAJO
- LUZ DE EMERGENCIA
- INTERRUPTOR
- CNUTADOR SIMPLE BASE DE ENCHUFE 16A
- CUADRO DE AUTOMATICOS
- BANDEJA METALICA
- LINEAS ELECTRICAS

PROYECTO: GOMA COLCHONES  
 PLANO: PLANO DE DISTRIBUCION ELECTRICA



PROYECTO: **GOMA COLCHONES**

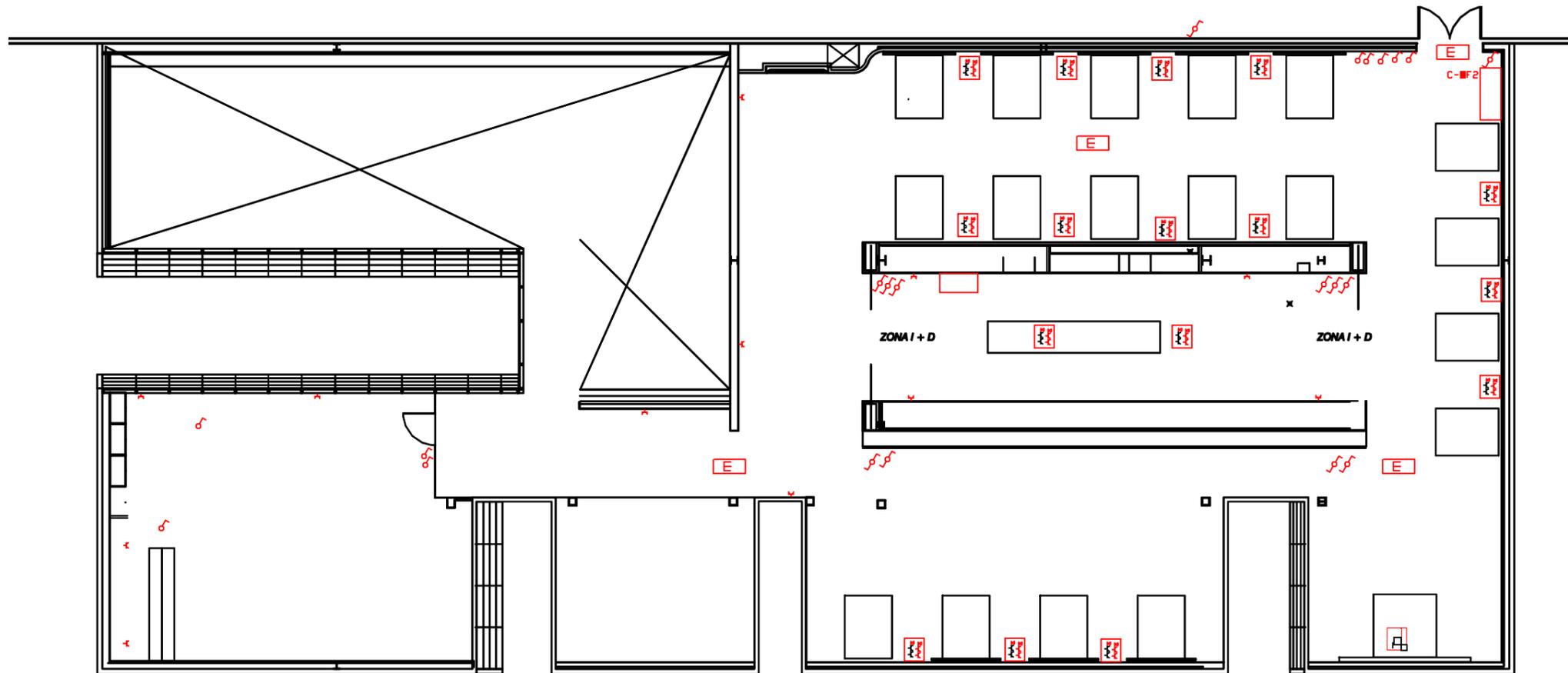
PLANO: **PLANO DE DISTRIBUCION ELECTRICA ALTILLO**

AUTOR: **JACOB CANDELA PUCHE**

ESCALA: **1:500**

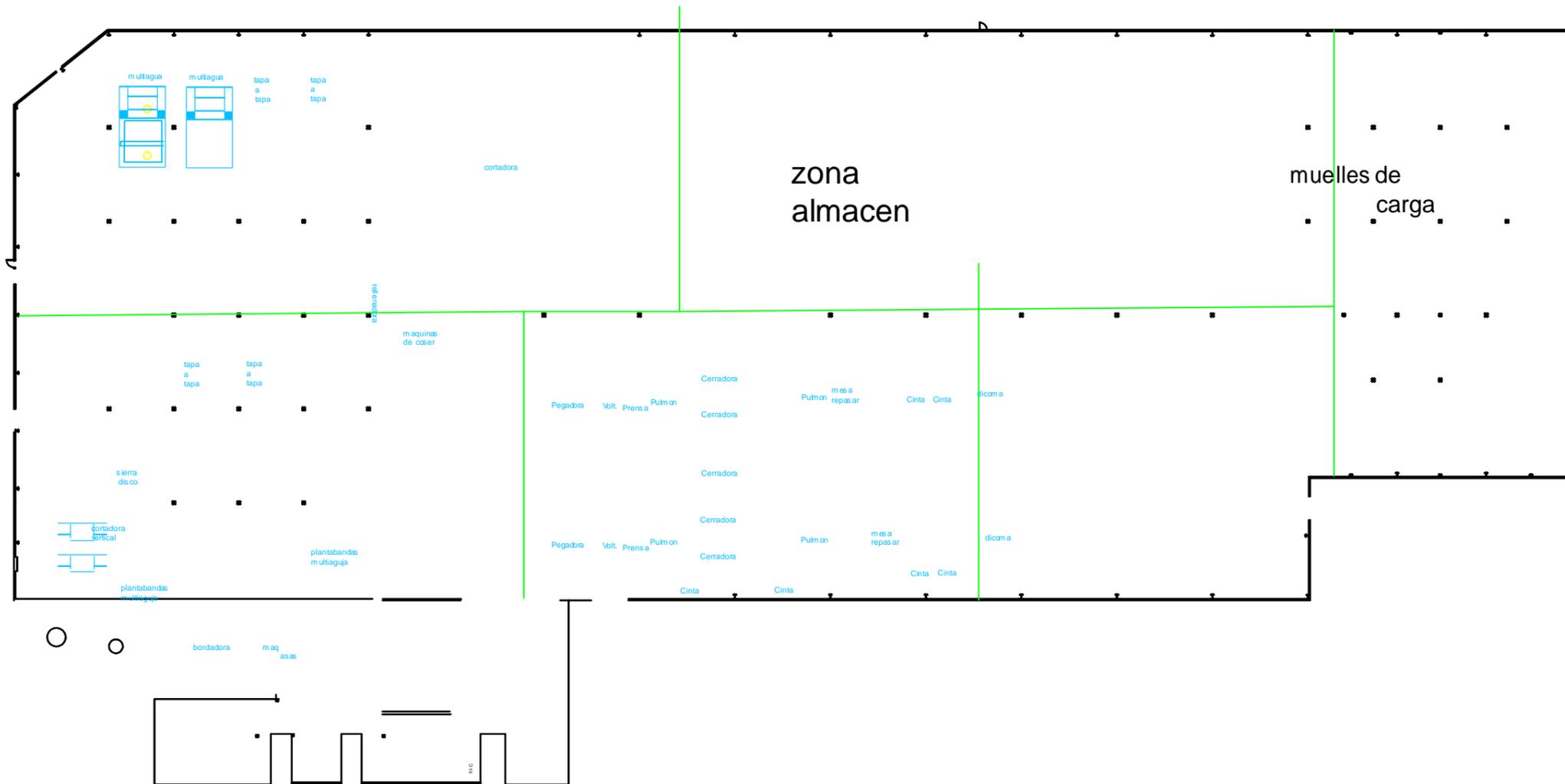
FECHA: **20-7-2018**

Nº **3.2**



	PUESTO DE TRABAJO
	LUZ DE EMERGENCIA
	INTERRUPTOR
	CNMUTADOR SIMPLE
	BASE DE ENCHUFE 16A
	CUADRO DE AUTOMATICOS
	BANDEJA METALICA
	LINEAS ELECTRICAS

PROYECTO:	GOMA COLCHONES		
PLANO:	PLANO DE DISTRIBUCION 2ºPISO OFICINAS		
AUTOR:	JACOB CANDELA PUCHE	ESCALA:	1:50
FECHA:	20-7-2018	Nº	3.3



PROYECTO: **GOMA COLCHONES**

PLANO: **PLANO DE LUMINARIAS ELECTRICAS**

CANDELA PUCHE

ESCALA:  
1:500

FECHA:  
20-7-2018

Nº **3.4**



	PANTALLA LED 60X60
	OJO DE BUEY LED
	CAMPANA LED
	MARCADO DE ZONAS DE ENCENDIDOS

PROYECTO: <b>GOMA COLCHONES</b>			
PLANO:			<b>PL AN O</b>
AUTOR:	ESCALA: 1:500	FECHA: 20-7-2018	Nº

DE ILUMINACION ALTILLO

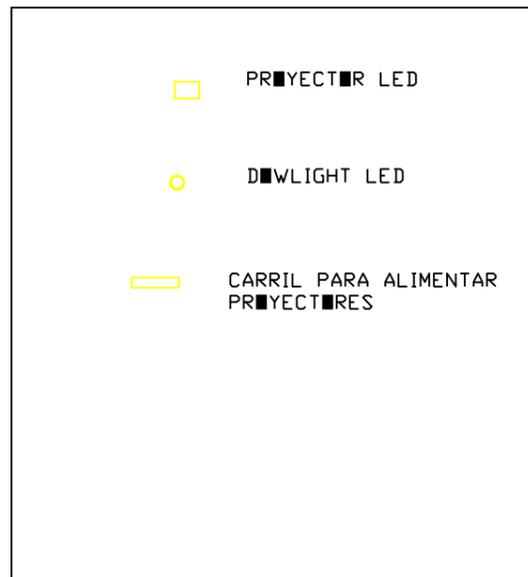
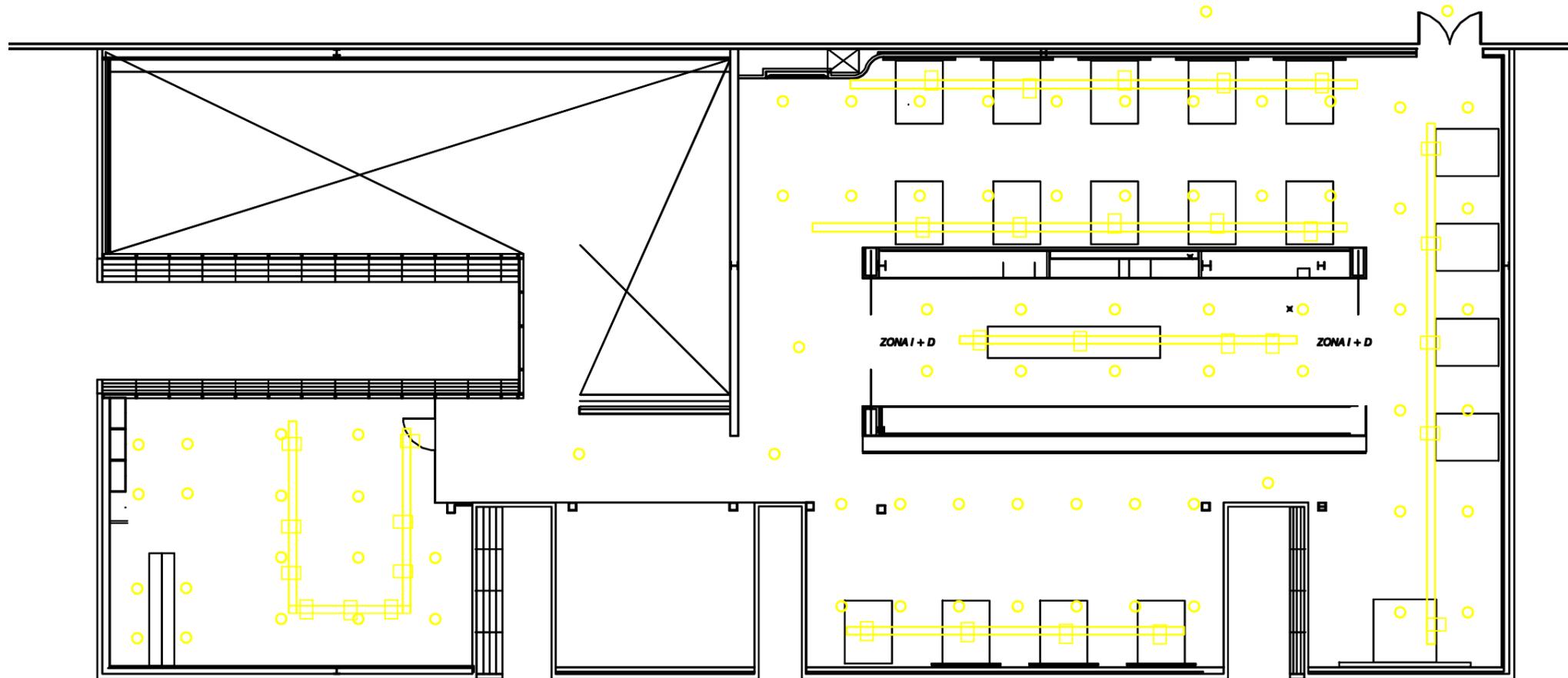
JACOB CANDELA PUCHE

3.5

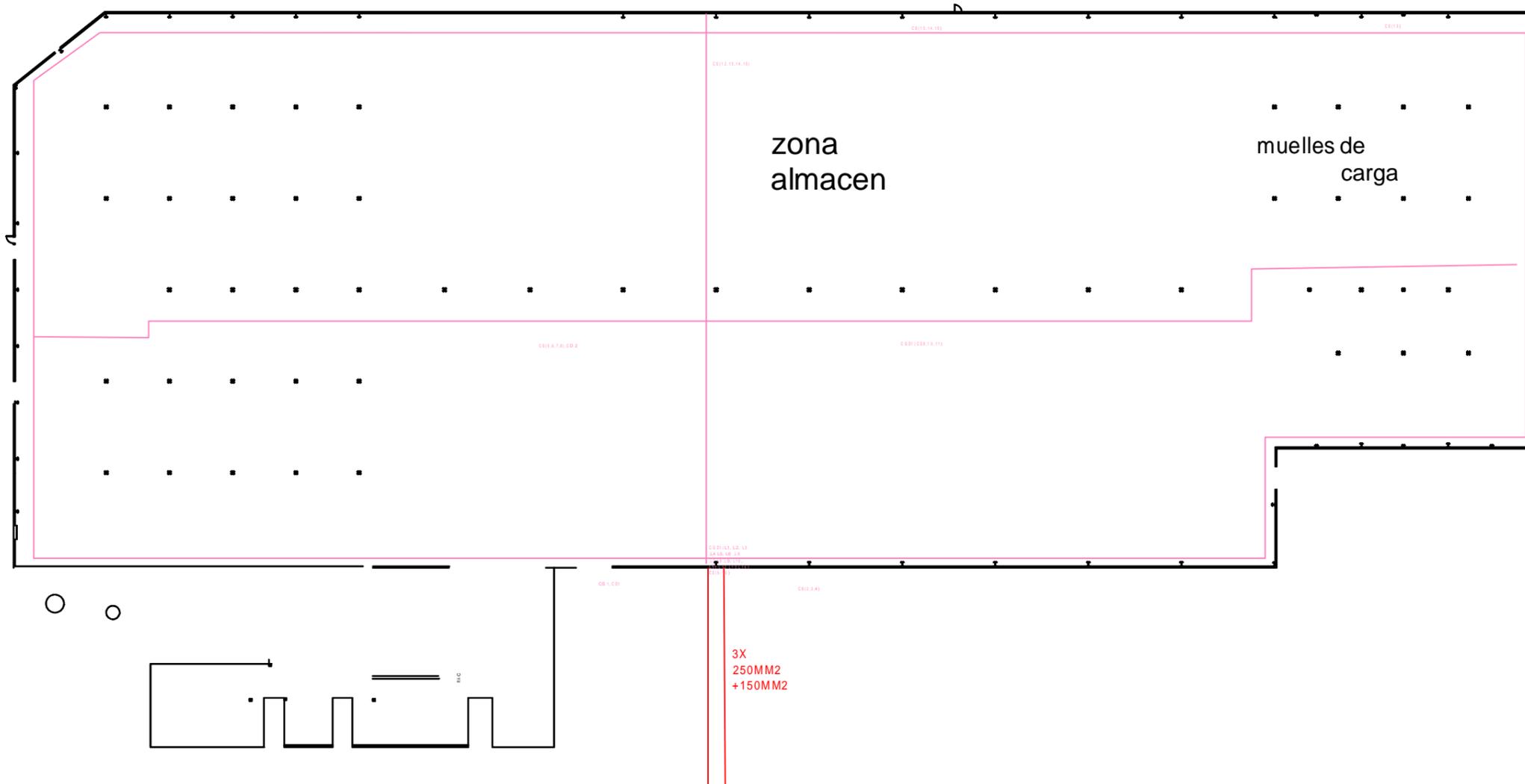
ESCALA:  
1:500

FECHA:  
20-7-2018

Nº

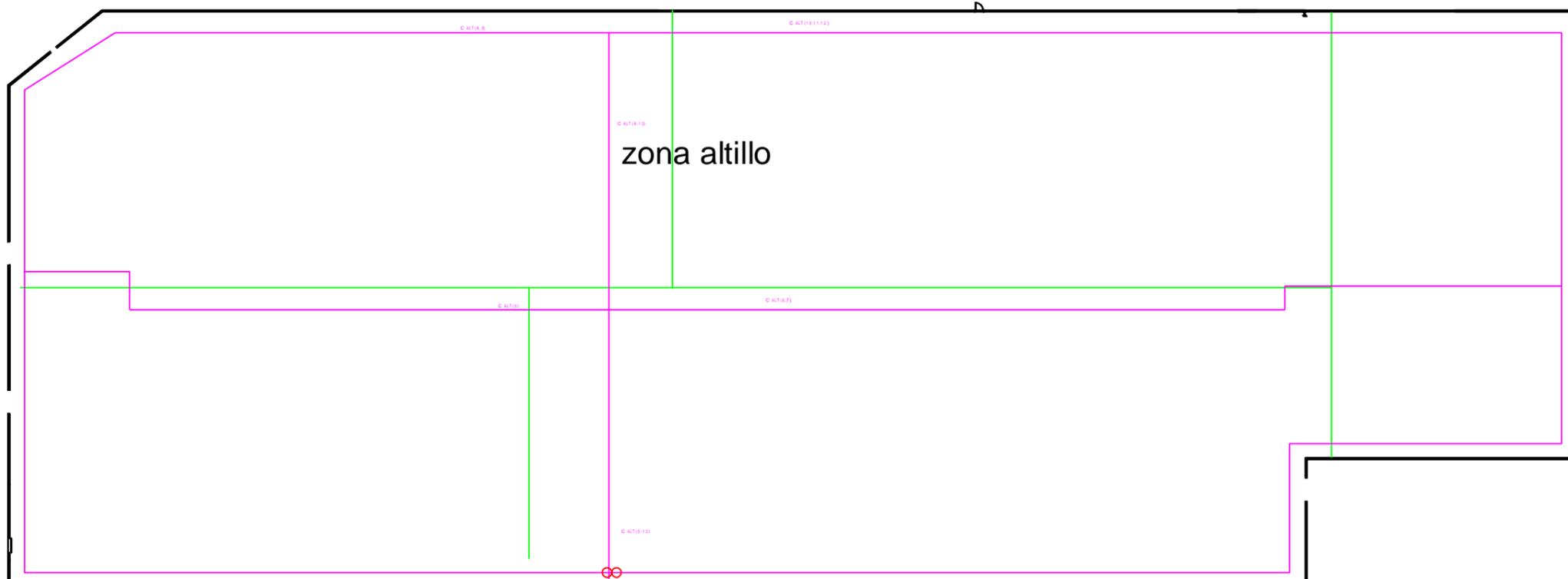


PROYECTO: GOMA COLCHONES			
PLANO: PLANO DE ILUMINACION 2ºPISO OFICINAS			
AUTOR: JACOB CANDELA PUCHE	ESCALA: 1:50	FECHA: 20-7-2018	Nº 3.6



CD: CUADRO DE DERIVACION  
 L: LINEA PRINCIPAL DE ALIMENTACION  
 ——— BANDEJA DONDE PASAN LAS LINEAS MARCADAS  
 CS: CUADROS SECUNDARIOS  
 ENTRADA DE LOS TUBOS DE 4X75MM CON LA LINEA PRINCIPAL DE ALIMENTACION DE LA 1ª PLANTA

PROYECTO:	<b>GOMA COLCHONES</b>		
PLANO:	<b>DISTRIBUCION DE CANALIZACIONES</b>		
AUTOR:	JACOB CANDELA PUCHE	ESCALA:	1:500
		FECHA:	20-7-2018
		Nº	<b>5.2.2.1</b>

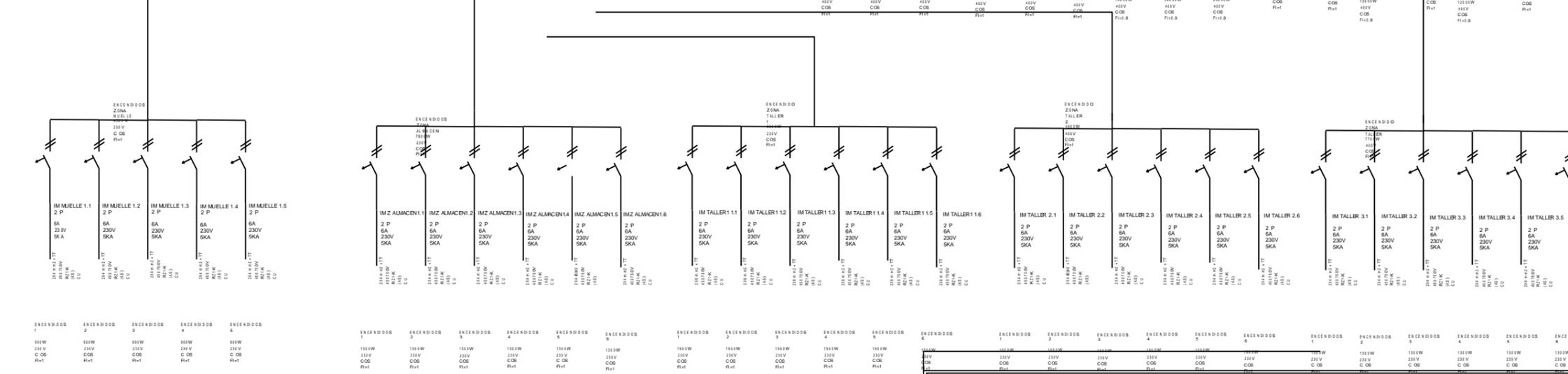
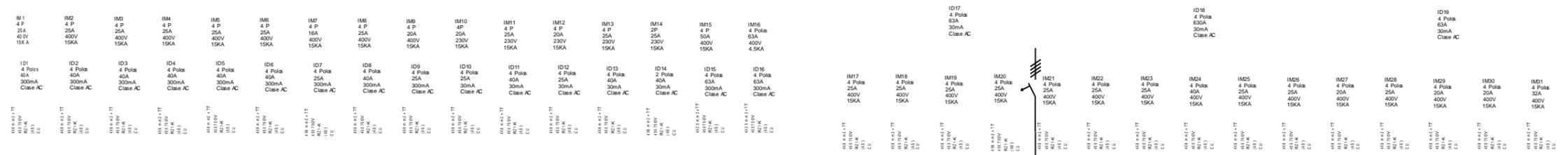
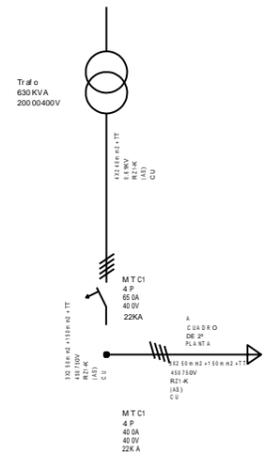


∞ ENTRADA DE LOS TUBOS DE 75MM  
 CON LA LINEA PRINCIPAL DE  
 ALIMENTACION DE LA 2º PLANTA

— BANDEJA DONDE  
 PASAN LAS LINEAS  
 MARCADAS

C ALT  
 :CUADROS  
 ALTILLO

PROYECTO: <b>GOMA COLCHONES</b>			
PLANO: <b>PLANO DISTRIBUCION DE CANALIZACIONES</b>			
AUTOR: <b>JACOB CANDELA PUCHE</b>	ESCALA: 1:500	FECHA: 20-7-2018	Nº <b>5.2.2.2</b>

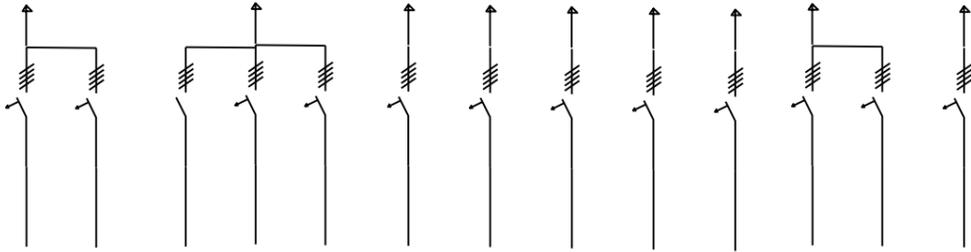


PROYECTO: **GOMA COLCHONES**

PLANO: **UNIFILAR CGD 1**









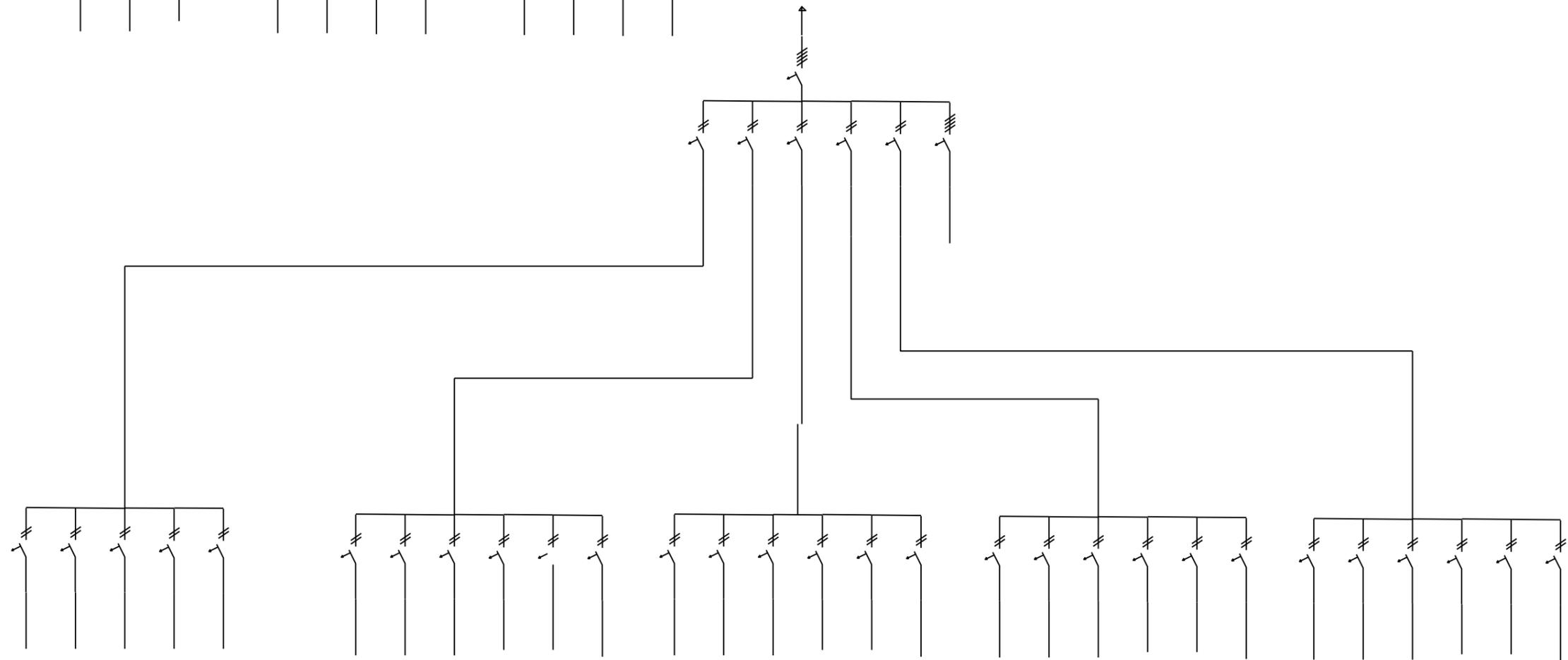
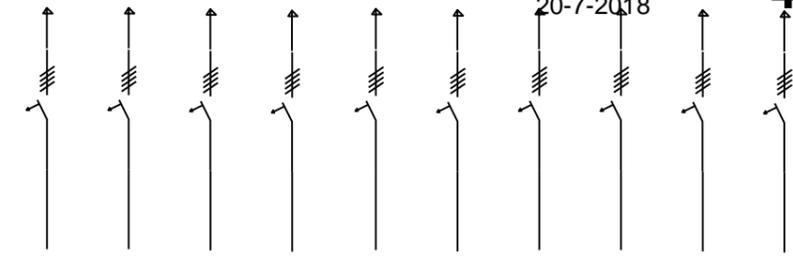
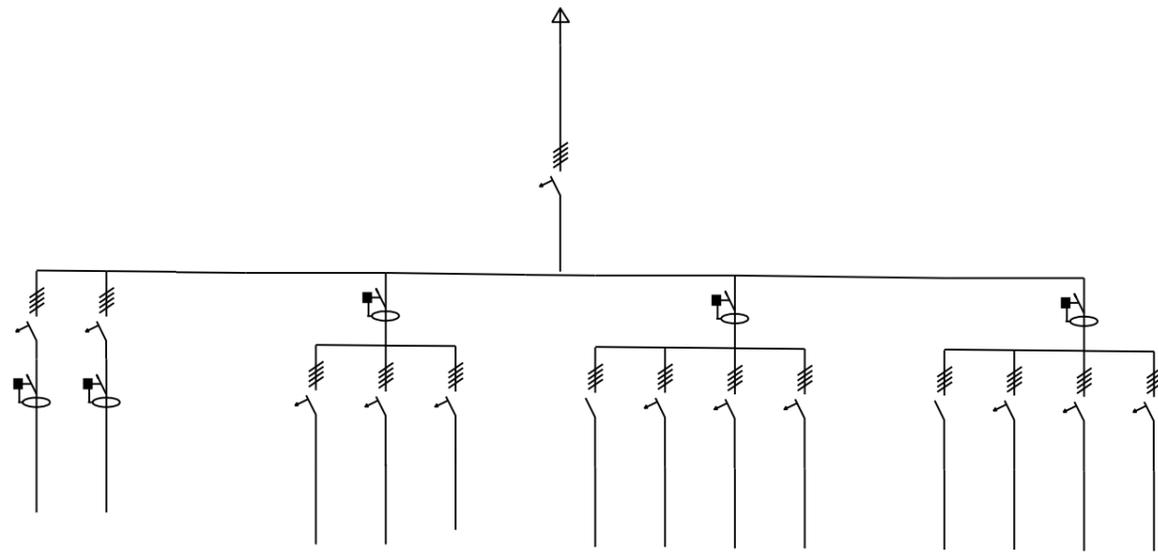

PROYECTO: **GOMA COLCHONES**  
 PLANO: **UNIFILAR ALTILLO NAVE**

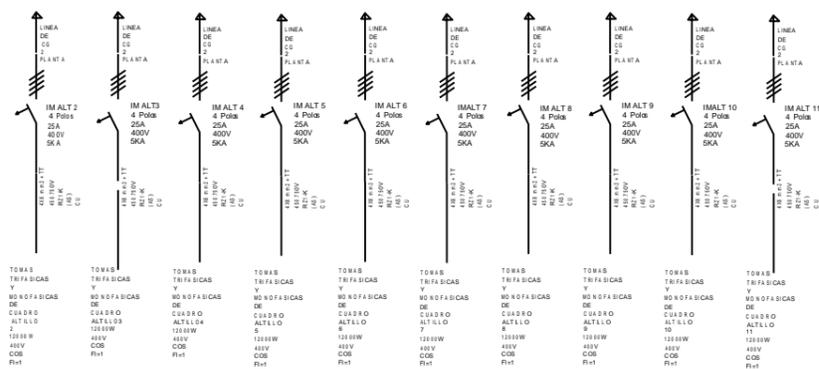
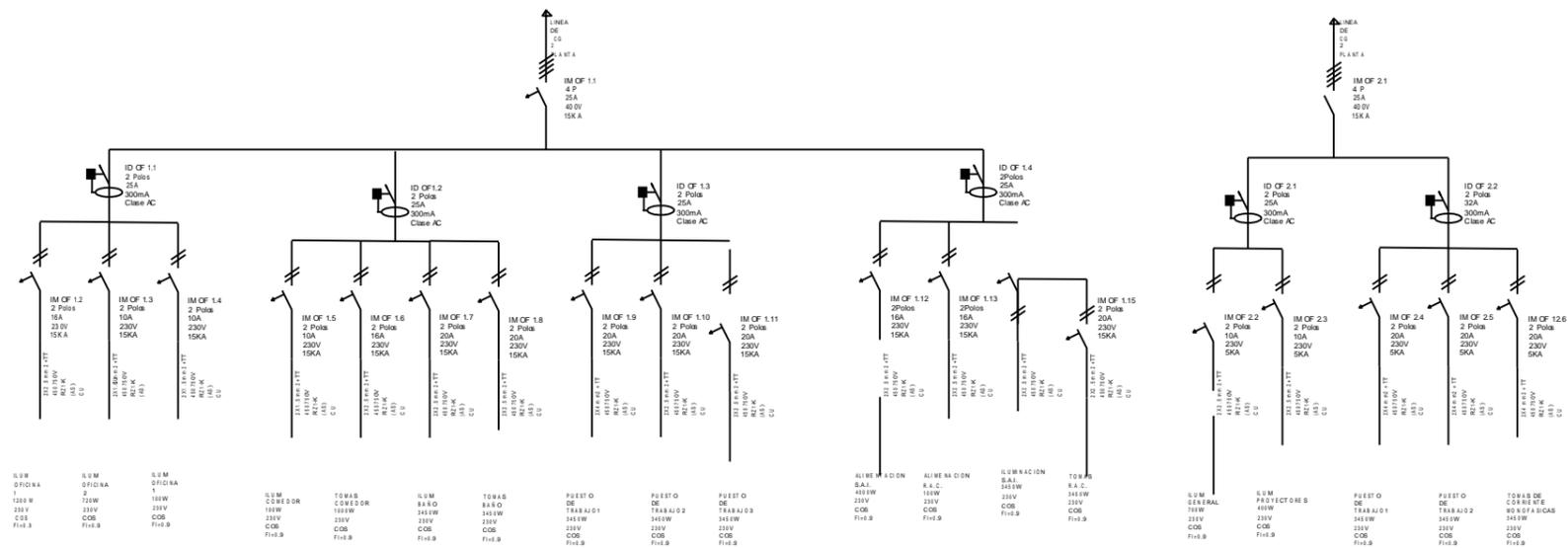
AUTOR: JACOB CANDELA PUCHE

ESCALA:

FECHA:  
20-7-2018

Nº  
4.3



PROYECTO: **GOMA COLCHONES**

PLANO: **UNIFILAR CUADROS DE OFICINAS**

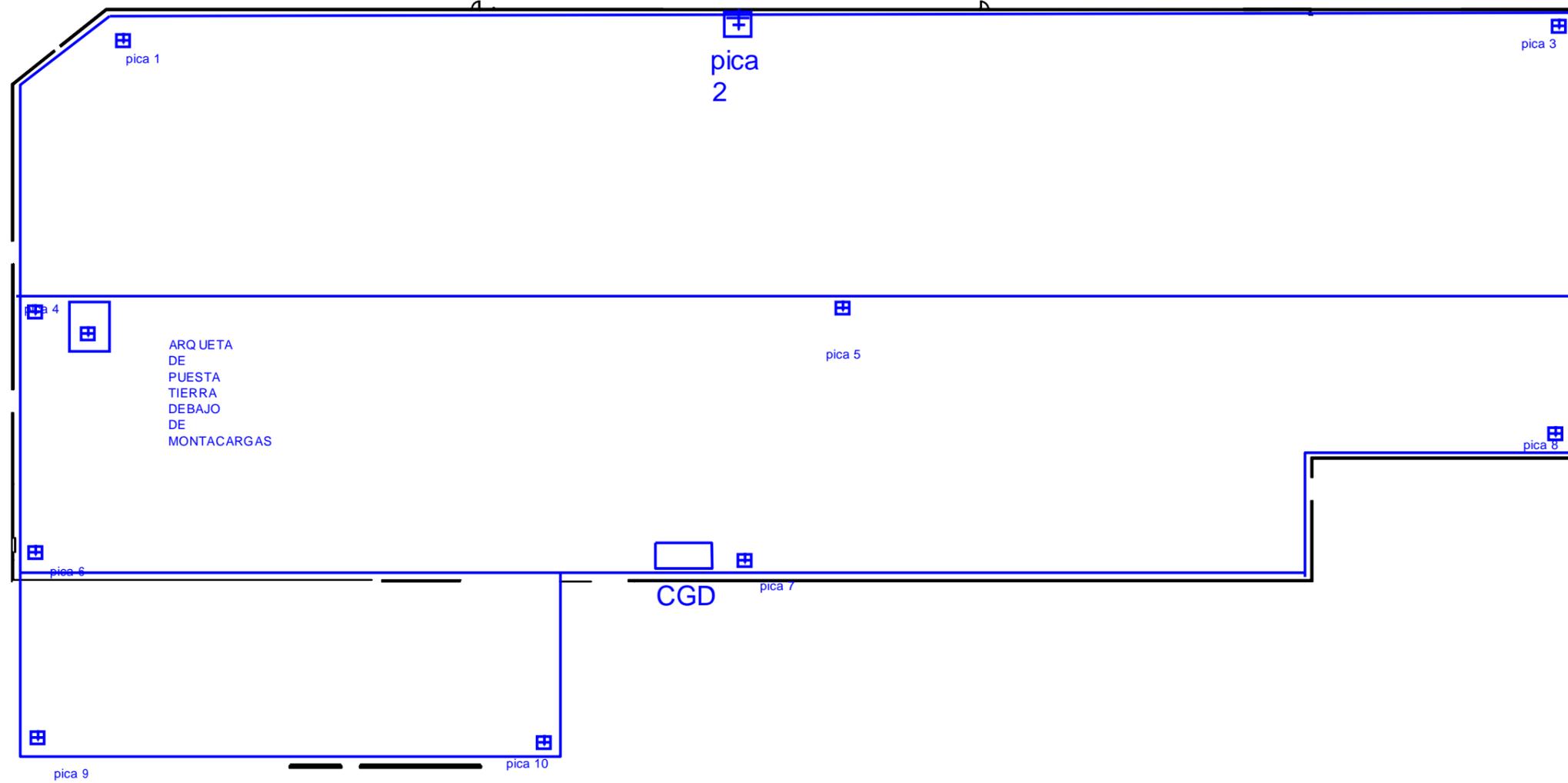
AUTOR: **JACOB CANDELA PUCHE**

ESCALA:

FECHA:

Nº





PROYECTO: <b>GOMA COLCHONES</b>		
PLANO: <b>PLANO DE TIERRAS</b>		

AUTOR: JACOB CANDELA PUCHE

ESCALA:

1:500

FECHA:  
20-7-2018

Nº



## **Bibliografía:**

### **Libros y material de aprendizaje, bien pdf web o físico.**

**Reglamento electrotécnico para baja tensión : RBT : Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002 /.**

#### **Instalaciones eléctricas de baja tensión**

**Rodríguez Fernández, Julián | Madrid : Paraninfo, 2012.**

#### **La guía completa sobre instalaciones eléctricas**

**Black & Decker | Balderas : Limusa-Wiley, cop. 2010.**

*Guía Técnica de aplicación al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión*

#### **Instalaciones eléctricas. Tomo I**

**Saavedra Silveira, Rubén | Barcelona : Ceac, D.L. 2009.**

[http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/rebt\\_guia.aspx](http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/rebt_guia.aspx)

guía sobre tierras:

[http://www.uco.es/electrotecnia-etsiam/reglamentos/Normativa\\_Sevillana/1\\_PRINCIPAL/Normas\\_Particulares\\_2005-Capitulo\\_IV.pdf](http://www.uco.es/electrotecnia-etsiam/reglamentos/Normativa_Sevillana/1_PRINCIPAL/Normas_Particulares_2005-Capitulo_IV.pdf)

tipos de proyectos:

<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5205/fichero/TOMO+IV+PLANOS%252F08+PLANOS.pdf>

Proyecto de clase de instalaciones urbanísticas.

Proyecto de clase de instalaciones electricas de baja tensión.

Temarios de asignatura instalaciones electricas de baja tensión.



Temarios de asignatura instalaciones urbanísticas

[http://www.aven.es/index.php?option=com\\_content&view=article&id=71&Itemid=143&lang=es](http://www.aven.es/index.php?option=com_content&view=article&id=71&Itemid=143&lang=es)

**reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.**

España Ministerio de Industria y Energía | Madrid : Ministerio de Industria y Energía, 1985.

**Reglamento técnico de líneas eléctricas aéreas de alta tensión**

L.

España Ministerio de Industria y Energía

**Webs formativas, bien de productos, blogs ejemplos etc:**

Página de materiales y características de schneider

<https://www.schneider-electric.es/es/>

página de materiales y características de sysled spain

<http://www.sysled.es/>

[www.electromaterial](http://www.electromaterial.com)

[www.tecniman.com](http://www.tecniman.com)

[www.sumedelec.com](http://www.sumedelec.com)

Iberdrola distribución sa

[www.propoolwordpest.com](http://www.propoolwordpest.com)

[www.boe.es](http://www.boe.es)

[www.proyectostipo.com](http://www.proyectostipo.com)

[webmatal.com](http://webmatal.com)

[www.google.com](http://www.google.com)

[www.googletraductor.com](http://www.googletraductor.com)

[www.googlemaps.com](http://www.googlemaps.com)

**soporte de ejemplos reales con los que me he apoyado para realizar el proyecto:**

proyecto GOMARCO YECLA.

Proyecto ct ayuntamiento Lietor

Proyectos tipo Iberdrola de baja y media tensión

Programa siscet 8.0

Paquete de Microsoft office

Proyecto de diseño de un transformador de universidad Carlos III de Santiago perez palenciano.

Normas y contenidos sobre proyectos en la industria de Murcia.

Esta bibliografía es valida para las distintas partes del tfg, ya que la he hecho en común para todo.

Seguramente se me quedan cosas sin poner, blogs técnicos, webs electricas, pdfs de casos reales.

Se a adjuntado lo que se considera que mas a ayudado.

**20 DE JULIO DE 2018**  
**FDO :JACOB CANDELA PUCHE**

**TFG GRADO DE NGENIERIA ELECTRICA**



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

*TFG JACOB CANDELA PUCHE*