

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



"ELECTRIFICACIÓN DE POLÍGONO  
INDUSTRIAL Y TERCIARIO"

TRABAJO FIN DE GRADO

Septiembre - 2020

AUTOR: Jerónimo Benito Crouseilles

DIRECTOR/ES: Miguel López García

## CONTENIDO DEL TRABAJO FIN DE GRADO

1	RESUMEN.....	2
1.1	PROYECTO DE LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN.....	2
1.2	PROYECTO DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO INDEPENDIENTE (CSI) DE MANIOBRA EXTERIOR Y ALIMENTACIÓN EN BAJA TENSION EXTERNA. ....	2
1.3	PROYECTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE COMPAÑÍA CTS DE 630 KVA.....	2
1.4	PROYECTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE CLIENTE DE 630 KVA.....	3
1.5	PROYECTO DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN.....	3
1.6	PROYECTO DE ALUMBRADO EXTERIOR PARA ILUMINACIÓN DE VIALES.....	3
1.7	PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA PARA LA RECARGA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO EN ESTACIONAMIENTO PÚBLICO A LA INTEMPERIE. ....	3
1.8	ANEXOS. ....	3



## **1 RESUMEN**

Los proyectos que a continuación se redactan corresponden al Trabajo Fin de Grado de Jerónimo Benito Crouseilles.

Este trabajo no se corresponde a ningún proyecto en estudio o ejecución, sino que está basado en la aplicación, lo más completa posible, de todos los contenidos y conocimientos adquiridos en los estudios de Grado de Ingeniería Eléctrica cursados en la Universidad Miguel Hernández, Escuela Politécnica Superior de Elche.

La necesidad que se ha generado es la ampliación del actual polígono de Pinoso en una serie de naves destinadas a la actividad industrial y terciario.

El inicio es a partir de un terreno agrícola que tiene como servidumbre una línea aérea de alta tensión que lo cruza.

Una vez ejecutadas las instalaciones el polígono estará totalmente energizado y dotado de la infraestructura eléctrica necesaria para el comienzo de su actividad. Para ello los proyectos que se han elaborado son:

### **1.1 PROYECTO DE LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN.**

En este proyecto se estudia el soterramiento de la línea existente y los entronques aéreo-subterráneo que se generan. A partir de estos entronques se construyen nuevas líneas subterráneas de alta tensión.

### **1.2 PROYECTO DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO INDEPENDIENTE (CSI) DE MANIOBRA EXTERIOR Y ALIMENTACIÓN EN BAJA TENSION EXTERNA.**

A partir del entronque de entrada se receptiona la LAAT y se baja a un centro de seccionamiento. Este es el punto de partida de toda la distribución interior en alta tensión. Este centro se diseña con celdas telemandadas alimentadas desde la propia red de BT.

### **1.3 PROYECTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE COMPAÑÍA CTS DE 630 KVA**

Este centro de transformación es el destinado a suministrar de energía en BT a todas las naves cuya potencia demandada no supera los 100 kW, así como al alumbrado exterior y la recarga del vehículo eléctrico. Desde este centro de transformación parten todas las líneas subterráneas de distribución en baja tensión.

#### **1.4 PROYECTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE CLIENTE DE 630 KVA.**

Las parcelas N1 y N10 tienen una superficie de 4000 m<sup>2</sup> y demandan una potencia de 500 kW, por lo que se decide dotarlas de un centro de transformación independiente para cada parcela. Estos centros se diseñan como centros de transformación de cliente con medida de la energía en alta tensión.

#### **1.5 PROYECTO DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN.**

Se construyen redes de distribución en baja tensión que parten del centro de transformación de compañía y finalizan en cada una de las CGP de las naves cuya demanda de potencia no supera los 100 kW.

#### **1.6 PROYECTO DE ALUMBRADO EXTERIOR PARA ILUMINACIÓN DE VIALES.**

Se diseña un alumbrado capaz de proporcionar unos niveles de iluminación adecuados al uso de los viales y dotarlos de una seguridad nocturna contra la intrusión.

#### **1.7 PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA PARA LA RECARGA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO EN ESTACIONAMIENTO PÚBLICO A LA INTEMPERIE.**

La movilidad eléctrica ha venido para quedarse, en este proyecto se estudia la dedicación de un espacio destinado a la recarga de los vehículos eléctricos con mayor introducción en el mercado, como son coches de pequeña y mediana carga y motos.

#### **1.8 ANEXOS.**

En estos anexos se recogen los pliegos de prescripciones para la ejecución de las instalaciones, el estudio básico de seguridad y salud en obras de construcción de instalaciones eléctricas en exteriores, así como la gestión de los residuos que se generan en cada una de las actuaciones.





**UNIVERSITAT**  
*Miguel*  
*Hernández*

PROYECTO:

ELECTRIFICACIÓN DE POLÍGONO INDUSTRIAL Y TERCIARIO.

PLANO Nº:

SITUACIÓN.

PLANO Nº:

**1**

ESCALA: S/E

FECHA: SEPTIEMBRE 2020

SITUACIÓN: PINOSO (ALICANTE)

AUTOR:

JERÓNIMO BENITO CROUSELLES





UNIVERSITAT  
Miguel  
Hernández

PROYECTO:

ELECTRIFICACIÓN DE POLÍGONO INDUSTRIAL Y TERCIARIO.

PLANO:

EMPLAZAMIENTO.

PLANO N.º:

2

ESCALA:

S/E

FECHA:

SEPTIEMBRE 2020

SITUACIÓN:

PINOSO (ALICANTE)

AUTOR:

JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES



# LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO.



**Autor:** Jerónimo Benito Crouseilles

**Tutor:** Miguel López García

<b>1.1 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS.</b>	<b>5</b>
1.1.1 TITULAR - PROMOTOR.	5
1.1.2 AUTOR DEL PROYECTO.	5
1.1.3 TERMINO MUNICIPAL.	5
1.1.4 SITUACIÓN.	5
1.1.5 TENSIÓN NOMINAL.	5
1.1.6 LONGITUD DE LA LINEA.	5
1.1.7 NUMERO DE CONDUCTORES Y SECCIÓN.	6
1.1.8 PUNTO DE ENTRONQUE.	6
1.1.9 FINAL DE LA LINEA.	6
1.1.10 PRESUPUESTO TOTAL.	6
1.1.11 CRUZAMIENTOS.	6
1.1.12 PARALELISMOS.	6
1.1.13 PASO POR ZONAS QUE EXIJAN CONDICIONADO.	6
<b>1.2 OBJETO DEL PROYECTO.</b>	<b>6</b>
<b>1.3 NORMATIVA TÉCNICA Y OTRAS DISPOSICIONES QUE SE CUMPLEN.</b>	<b>6</b>
<b>1.4 TITULAR.</b>	<b>10</b>
<b>1.5 EMPLAZAMIENTO.</b>	<b>10</b>
<b>1.6 PLAZO DE EJECUCIÓN.</b>	<b>10</b>
<b>1.7 POTENCIA A TRANSPORTAR, CARACTERÍSTICAS, DESTINO Y USO DE LA ENERGÍA TRANSPORTADA.</b>	<b>10</b>
1.7.1 POTENCIA DEMANDADA A LA RED DE ALTA TENSIÓN Y USO.	11
1.7.2 CATEGORÍA DE LA LINEA.	11
1.7.3 CARACTERÍSTICAS DE LA ENERGÍA.	12
<b>1.8 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.</b>	<b>12</b>
1.8.1 TRAZADO.	12
1.8.2 MATERIALES.	12
1.8.2.1 CONDUCTORES.	12
1.8.2.1.1 SUBTERRÁNEOS.	12
1.8.2.1.2 AÉREOS.	13
1.8.2.2 APOYOS.	13
1.8.2.3 CRUCETAS.	15
1.8.2.4 AISLADORES.	16
1.8.2.5 ACCESORIOS.	18
1.8.2.6 EMPALMES Y CONEXIONES.	18
1.8.2.7 ELEMENTOS DE MANIOBRA.	19

1.8.2.8	PARARRAYOS AUTOVALVULARES.	20
1.8.2.9	ENTRONQUE AÉREO SUBTERRÁNEO.	21
1.8.2.10	DERIVACIONES.	21
1.8.2.10.1	SUBTERRÁNEAS.	21
1.8.2.10.2	AÉREAS.	21
1.8.2.11	PUESTA A TIERRA.	22
1.8.2.12	CANALIZACIONES.	25
1.8.2.12.1	DIRECTAMENTE ENTERRADOS.	25
1.8.2.12.2	ENTUBADOS.	26
1.8.2.12.3	AL AIRE.	27
1.8.2.12.4	EN GALERIAS.	28
1.8.3	DISTANCIAS DE SEGURIDAD.	28
1.8.3.1	DISTANCIAS ENTRE CONDUCTORES.	28
1.8.3.2	DISTANCIAS DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO.	30
1.8.3.3	DISTANCIAS ENTRE CONDUCTORES Y PARTES PUESTAS A TIERRA.	30
1.8.3.4	DISTANCIAS A OTRAS LINEAS ELECTRICAS AEREAS O LINEAS AEREAS DE TELECOMUNICACION.	30
1.8.3.4.1	CRUZAMIENTOS.	30
1.8.3.4.2	PARALELISMOS.	31
1.8.3.5	PASO POR ZONAS.	32
1.8.3.5.1	BOSQUES, ARBOLES Y MASAS DE ARBOLADO.	32
1.8.3.5.2	EDIFICIOS, CONSTRUCCIONES Y ZONAS URBANAS.	33
1.8.3.5.3	PROXIMIDADES A OBRAS.	34
1.8.4	MEDIDAS DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD.	34
1.8.5	PROTECCIONES ELÉCTRICAS.	34
1.8.5.1	PUESTA A TIERRA.	34
1.8.5.1.1	PUESTA A TIERRA DE APOYOS NO FRECUENTADOS.	36
1.8.5.1.2	PUESTA A TIERRA DE APOYOS FRECUENTADOS.	36
<b>1.9</b>	<b>ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.</b>	<b>37</b>
<b>1.10</b>	<b>RELACIÓN DE FINCAS AFECTADAS.</b>	<b>38</b>
<b>2</b>	<b><u>CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.</u></b>	<b>39</b>
<b>2.1</b>	<b>CÁLCULOS ELECTRICOS.</b>	<b>40</b>
2.1.1	POTENCIA MÁXIMA DE TRANSPORTE.	40
2.1.2	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR.	42
2.1.3	INTENSIDAD.	43
2.1.4	CAÍDA DE TENSIÓN.	44

2.1.5	PERDIDA DE POTENCIA.	45
<b>2.2</b>	<b>CALCULOS MECANICOS LAAT.</b>	<b>46</b>
2.2.1	CALCULO DE LOS APOYOS.	47
2.2.2	CÁLCULOS DE LAS CRUCETAS.	48
2.2.3	DISTANCIAS DE SEGURIDAD EN LAS CRUCETAS.	49
2.2.3.1	DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES.	49
2.2.4	TABLA DE TENDIDO, FLECHAS Y TENSIONES.	50
2.2.5	REPRESENTACIÓN DE LA CATENARIA.	52
<b>3</b>	<b>PRESUPUESTO.</b>	<b>54</b>
<b>4</b>	<b>PLANOS.</b>	<b>56</b>



---

## **LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO**

### **1.- MEMORIA.**

#### **1.1 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS.**

Se va a construir un polígono industrial y para su suministro se procederá al desvío y entronque, en ella, de la LAAT con conductor LA56 que pasa por la parcela.

En el punto de entronque se colocará un centro de mando y seccionamiento para dar paso a la red y acometer hacia los centros de transformación del polígono.

Todas las redes del polígono serán subterráneas.

Se interceptará la red aérea a la entrada del polígono, se bajará a subterránea hasta el centro de seccionamiento, en el centro de seccionamiento se habilitará una celda para entrada de línea, una celda de línea para dar paso hacia la salida del polígono, y dos celdas de línea para el anillo interior del polígono.

A la salida de la red de AT del polígono se efectuará un entronque subterráneo-aéreo para dar continuidad a la red LAAT.

##### **1.1.1 TITULAR - PROMOTOR.**

El titular de las instalaciones será i-DE REDES INTELIGENTES S.A.U. Con domicilio social en calle Calderón de la Barca 16 de Alicante.

##### **1.1.2 AUTOR DEL PROYECTO.**

El presente proyecto es el trabajo fin de Grado de Jerónimo Benito Crouseilles.

##### **1.1.3 TERMINO MUNICIPAL.**

La red subterránea de alta tensión transcurrirá en todo su trazado por el término municipal de Pinoso.

##### **1.1.4 SITUACIÓN.**

El soterramiento será en acera/calzada a lo largo del Vial 3, Vial 2 y Vial 1 de Pinoso.

##### **1.1.5 TENSIÓN NOMINAL.**

La tensión de servicio es de 20 kV.

##### **1.1.6 LONGITUD DE LA LINEA.**

La longitud de la línea subterránea es de:

- Lsat 1= 12 m.
- Lsat 2= 95 m.
- Lsat 3= 184 m.
- Lsat 4=184 m.
- Lsat 5=164 m.
- Lsat 6=164 m.

---

La longitud de la línea aérea es: se reduce a los dos entronques aéreo-subterráneos.

#### 1.1.7 NUMERO DE CONDUCTORES Y SECCIÓN.

El conductor a emplear en LSAT será del tipo HEPRZ1, con un conductor por fase Al-12/20 kV de 240 mm<sup>2</sup> de sección y tres conductores por línea.

El conductor para la LAAT será LA56

#### 1.1.8 PUNTO DE ENTRONQUE.

Se tendrán dos puntos de entronque de red aéreo-subterránea.

Uno en la entrada de la red al polígono y otro a la salida de la red del polígono.

#### 1.1.9 FINAL DE LA LINEA.

Los finales de la línea se corresponden con LAAT de LA56 que es la continuidad de la red existente.

#### 1.1.10 PRESUPUESTO TOTAL.

Asciende el presupuesto de la línea aéreo-subterránea a la cantidad de 103735 Euros.

#### 1.1.11 CRUZAMIENTOS.

Tanto la línea LSAT con LAAT objeto del proyecto discurrirá por zona privada.

No hay previsto cruzamientos.

#### 1.1.12 PARALELISMOS.

En las calles y aceras podremos encontrarnos con servicios de agua potable, alcantarillado y redes de baja tensión tanto de distribución como de alumbrado exterior y se procederá en cada caso a adoptar las medidas reglamentarias pertinentes.

Tanto la línea LSAT con LAAT objeto del proyecto discurrirá por zona del polígono.

#### 1.1.13 PASO POR ZONAS QUE EXIJAN CONDICIONADO.

No hay zonas que exijan condicionado.

### 1.2 OBJETO DEL PROYECTO.

El presente proyecto tiene por objeto el trabajo fin de grado de la electrificación de un polígono industrial.

En este trabajo se diseñan y calculan las redes de alta tensión.

Este proyecto ha sido confeccionado de acuerdo con el proyecto tipo de Iberdrola de líneas de alta tensión hasta 30 kV MT 2.31.01 ed. 10 de mayo de 2019 y MT 2.21.60 ed. 06 de mayo de 2019.

### 1.3 NORMATIVA TÉCNICA Y OTRAS DISPOSICIONES QUE SE CUMPLEN.

La normativa que se ha tenido en cuenta para la realización del proyecto es la siguiente:

#### LEGISLACION NACIONAL



- Ley 54/1997, de 27 noviembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto 1047/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de transporte de energía eléctrica.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión. (BOE de 13/9/08)
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Real Decreto 110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Ley 31/95, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- 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
- Recomendación 519/99/CE del Consejo, de 12 de julio de 1999, relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos de 0 a 300 GHz.
- Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

---

## LEGISLACION AUTONÓMICA

- Decreto 88/2005, de 29 de abril, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen los procedimientos de autorización de instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica que son competencia de la Generalitat.
- Resolución de 22 de octubre de 2010, de la Dirección General de Energía, por la que se establece una declaración responsable normalizada en los procedimientos administrativos en los que sea preceptiva la presentación de proyectos técnicos y/o certificaciones redactadas y suscritas por técnico titulado competente y carezcan de visado por el correspondiente colegio profesional.
- Orden 9/2010, de 7 de abril, de la Conselleria de Infraestructuras y Transporte, por la que se modifica la Orden de 12 de febrero de 2001, de la Conselleria de Industria y Comercio, por la que se modifica la de 13 de marzo de 2000, sobre contenido mínimo en proyectos de industrias e instalaciones industriales.
- Resolución de 15 de octubre de 2010, del Conseller de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda y vicepresidente tercero del Consell, por la que se establecen las zonas de protección de la avifauna contra la colisión y electrocución, y se ordenan medidas para la reducción de la mortalidad de aves en líneas eléctricas de alta tensión.
- Ley 2/89, de 3 de marzo, de la Generalitat Valenciana, de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Decreto 162/90, de 15 de octubre, por el que se aprueba la ejecución de la Ley 2/89, de 3 de marzo, de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Decreto 32/2006, de 10 de marzo, del Consell de la Generalitat, por el que se modifica el Decreto 162/1990, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat, por el que se aprobó el Reglamento para la ejecución de la Ley
- Orden de 3 de enero de 2005, de la Consellería de Territorio y Vivienda por la que se establece el contenido mínimo de los estudios de impacto ambiental que se hayan de tramitar ante esta Consellería.
- Decreto 208/2010, de 10 de diciembre, del Consell, por el que se establece el contenido mínimo de la documentación necesaria para la elaboración de los informes a los estudios de impacto ambiental a los que se refiere el artículo 11 de la Ley 4/1998, de 11 de junio, de la Generalitat, del Patrimonio Cultural valenciano.
- Decreto 60/2012, de 5 de abril, del Consell, por el que regula el régimen especial de evaluación y de aprobación, autorización o conformidad de planes, programas y proyectos que puedan afectar a la Red Natura 2000.
- Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano.
- Ley 10/2010, de 12 de diciembre, de Residuos de la Comunidad Valenciana.
- Ley 5/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje, de la Comunitat Valenciana.
- Ley 3/1993, de 9 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, Forestal de la Comunidad Valenciana.
- Decreto 98/1995, de 16 de mayo, del Gobierno Valenciano, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 3/93, de 9 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, Forestal de la Comunidad Valenciana.

- Decreto 7/2004, de 23 de enero, del Consell de la Generalitat, por el que se aprueba el pliego general de normas de seguridad en prevención de incendios forestales a observar en la ejecución de obras y trabajos que se realicen en terreno forestal o en sus inmediaciones.
- Ley 3/2014, de 11 de julio, de Vías Pecuarias de la Comunitat Valenciana.
- Instrucción de 13 de enero de 2012, de la Dirección General del Medio Natural, sobre vías pecuarias.

#### **NORMATIVA DISTRIBUIDORA**

- MT 2.11.01 ed. 5 de mayo de 2019. Proyecto tipo para centro de transformación prefabricado de superficie.
- MT 2.31.01, edición 10-mayo 2019. Proyecto tipo de líneas subterránea de AT hasta 30 kV.
- MT 2.03.20, edición 11-mayo 2019. Especificaciones particulares para instalaciones de alta tensión (hasta 30 kV) y baja tensión.
- MT3.51.20, edición 3-mayo 2019. Especificaciones particulares para sistemas de telegestión y automatización de red, instalación en nuevos centros de transformación.
- MT 2.11.33, edición 3, mayo 2019. Especificaciones particulares para el diseño de puestas a tierra para centros de transformación de tensión nominal  $\leq 30$  kV.
- Manual de Iberdrola M.T. 2.23.17- ed. 05 diciembre 2013 LAMT con conductores desnudos. Armados en líneas de simple circuito.
- NI 56.80.02, edición 12-mayo 2019. Accesorios para cables subterráneos de tensiones asignadas de 12/20 (24) kV hasta 18/30 (36) kV. Cables con aislamiento seco.
- NI 56.43.01, edición 7-mayo 2019. Especificación Particular – Cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina (HEPRZ1) para redes de AT hasta 30 kV.
- NI 56.88.01, edición 9-mayo 2019. Accesorios para cables aislados con conductores de aluminio para redes subterráneas de 0,6/1 kV.
- NI 50.42.11, edición 5-mayo 2019. Especificaciones particulares, celdas de alta tensión bajo envoltente metálica hasta 36 kVA, prefabricadas, con dieléctrico de SF<sub>6</sub>, para CT.
- NI 75.06.31, edición 5-mayo 2019. Especificaciones particulares, fusibles limitadores de corriente asociados para AT hasta 36 kVA.
- Manual de Iberdrola M.T. 2.21.60-ed 6 de Mayo de 2019 proyecto tipo LAMT simple circuito con conductor de aluminio acera 47-AL1/8ST1A (LA56).
- Manual de Iberdrola M.T. 2.00.03-ed.4 de Mayo de 2019 normativa particular para instalaciones de clientes en AT.
- Manual de Iberdrola M.T. 2.23.35 ed. 03 Febrero de 2014. Diseño de puesta a tierra en apoyos de líneas aéreas de alta tensión  $\leq 20$  kV.
- Cualquier otra normativa y reglamentación, de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

#### 1.4 TITULAR.

El titular de las instalaciones será i-DE Redes Inteligentes S.A.U. con CIF A 95 075 578 y con domicilio social calle Calderón de la Barca 16 de Alicante. El promotor es Exm. Ayuntamiento de Pinoso (Alicante).

#### 1.5 EMPLAZAMIENTO.

El soterramiento será en acera/calzada del polígono industrial de Pinoso, Alicante.

#### 1.6 PLAZO DE EJECUCIÓN.

El plazo de ejecución será de seis meses a partir de la fecha de replanteo.

#### 1.7 POTENCIA A TRANSPORTAR, CARACTERÍSTICAS, DESTINO Y USO DE LA ENERGÍA TRANSPORTADA.

Se precisa el suministro de energía en el polígono industrial de Pinoso.

El suministro a las naves será en baja tensión 400 V/ B2 y alta tensión 20000 V.

La potencia demandada por cada parcela y sus características de suministro son:

DESTINO	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	ELECTRIFICACION (W/m <sup>2</sup> )	POTENCIA (W)	TENSIÓN (V)
N1	4000	125	500000	20000
N2	400	125	50000	400
N3	400	125	50000	400
N4	400	125	50000	400
N5	700	125	87500	400
N6	400	125	50000	400
N7	400	125	50000	400
N8	400	125	50000	400
N9	400	125	50000	400
N10	4000	125	500000	20000
N11	400	125	50000	400
N12	400	125	50000	400
N13	400	125	50000	400
N14-VE	700	Carga vehículo eléctrico	100000	400
N15	400	125	50000	400
N16	400	125	50000	400
N17	400	125	50000	400
N18	400	125	50000	400
Alumbrado			12000	400
<b>POTENCIA TOTAL DEMANDADA EN BAJA TENSIÓN</b>			<b>899 500 W</b>	
<b>POTENCIA TOTAL DEMANDADA EN ALTA TENSIÓN</b>			<b>1 000 000 W</b>	
<b>POTENCIA TOTAL DEMANDADA POR EL POLÍGONO</b>			<b>1 899 500 W</b>	

Tabla 1. Potencia demandada por parcelas.

Las líneas de alta tensión deberán tener una capacidad de transporte de 1899,5 kW.

Para resolver esta demanda de potencia se instalarán tres transformadores.

1. Centro de transformación de cliente (CTC 1) de 630 kVA.
2. Centro de transformación de cliente (CTC 2) de 630 kVA.
3. Centro de transformación de distribución en envolvente prefabricada de superficie (CTS) de 630 kVA

#### 1.7.1 POTENCIA DEMANDADA A LA RED DE ALTA TENSIÓN Y USO.

Para resolver esta incidencia se consulta el MT 2.03.20 ed.11 de mayo de 2019 **Especificaciones particulares para instalaciones de alta tensión (hasta 30 kV) y baja tensión.**

La incidencia de la potencia solicitada respecto a la red de alta tensión será:

$$PLMT \text{ (kVA)} = 0,85 \times \sum PCT \text{ (kVA)} = 0,85(630+630+630) = 1606,5 \text{ kVA}$$

Tanto la línea aérea como la subterránea de alta tensión han de tener una capacidad de transporte de 1606,5 kVA.

El destino de la energía será para alimentación del polígono industrial de Pinoso.

#### 1.7.2 CATEGORÍA DE LA LÍNEA.

Según Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, ITC-LAT 06.

Según la duración máxima de un eventual funcionamiento con una fase a tierra, que el sistema de puesta a tierra permita, las redes se clasifican en tres categorías:

- Categoría A:

Los defectos a tierra se eliminan tan rápidamente como sea posible y en cualquier caso antes de 1 minuto.

- Categoría B:

Comprende las redes que, en caso de defecto, sólo funcionan con una fase a tierra durante un tiempo limitado.

Generalmente la duración de este funcionamiento no debería exceder de 1 hora, pero podrá admitirse una duración mayor cuando así se especifique en la norma particular del tipo de cable y accesorios considerados.

Conviene tener presente que en una red en la que un defecto a tierra no se elimina automática y rápidamente, los esfuerzos suplementarios soportados por el aislamiento de los cables y accesorios durante el defecto, reducen la vida de los cables y accesorios en una cierta proporción. Si se prevé que una red va a funcionar bastante frecuentemente con un defecto a tierra durante largos periodos, puede ser económico clasificar dicha red dentro de la categoría C.

- Categoría C:

Esta categoría comprende todas las redes no incluidas en la categoría A ni en la categoría B.

#### **Categoría de la red (Según UNE 211435) Categoría A.**

Según Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, artículo 3, la línea queda clasificada como de **TERCERA CATEGORÍA**, por ser de tensión nominal inferior a 30 kV. Y situada dentro de **ZONA B**, por estar a una altitud de 573 m sobre el nivel del mar.

### 1.7.3 CARACTERÍSTICAS DE LA ENERGÍA.

Características de la energía	
Corriente	Alterna trifásica.
Frecuencia	50 Hz.
Tensión compuesta	20 kV.
Tensión más elevada	24 kV.
Factor de potencia	0,9
Categoría de la LSAT	A
Categoría de la LAAT	tercera
Zona clima LAAT	Zona B

*Tabla 2. Características de la energía*

## 1.8 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

### 1.8.1 TRAZADO.

Tanto la línea LSAT como LAAT objeto del proyecto discurrirán por zona pública del polígono

### 1.8.2 MATERIALES.

Todos los materiales serán de los tipos aceptados por i-DE Redes Inteligentes SAU y cumplirán con lo dispuesto en el capítulo III. Características de los materiales MT.2.03.20. ed. 11 de mayo de 2019.

Los materiales siderúrgicos serán de acero A-42. Estarán galvanizados en caliente con recubrimiento de zinc de 0,5 Kg/m<sup>2</sup>, como mínimo, debiendo ser capaces de soportar cuatro inmersiones en una solución de SO<sub>4</sub>Cu (sulfato de cobre) al 20% de una densidad de 1,8 a 18°C sin que el hierro quede al descubierto o coloreado parcialmente.

Los materiales a emplear se ajustarán a las exigencias de materiales homologados por Iberdrola y que están recogidos en las NI correspondientes.

#### 1.8.2.1 CONDUCTORES.

##### 1.8.2.1.1 SUBTERRÁNEOS.

Se utilizarán cables con aislamiento de dieléctrico seco, según NI 56.43.01 de las características esenciales siguientes:

Tabla de características conductor subterráneo	
Conductor	Aluminio compacto de sección circular
Aislamiento	Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo HEPR.
Cubierta exterior	Compuesto termoplástico a base de poli olefinas Z1
Conductor aislado	HEPRZ1
Nivel de aislamiento	12/20 kV
Sección conductor	240 mm <sup>2</sup> .
Sección de la pantalla	16 mm <sup>2</sup> .
Composición	3 unipolares agrupados en triángulo

Tipo de instalación.	Canalización entubada y hormigonada.
Temperatura ambiente del terreno	25 °C a 1 m.
Resistividad térmica del terreno	1,5 K.m/W
Tubo enterrado	PE 450N/200
Intensidad max. adm. Bajo tubo	345 A
Intensidad de cortocircuito (1 S )	22,5 KA.
Resistencia a 105°C	0,169 Ω/km.
Reactancia	0,105 Ω/km.
Capacitancia	0,453 μF/km.
Temperatura máxima permanente	105 °C
Temperatura máxima en cortocircuito	t< 5 s 250 °C

Tabla 3. Características conductor subterráneo con aislamiento dieléctrico seco. Material aceptado según NI 56.43.01.

#### 1.8.2.1.2 AÉREOS.

El conductor a emplear es de aluminio-acero galvanizado de 54,6 mm<sup>2</sup> de sección, según norma UNE-EN 50182 y NI 54.63.01.

Sus características principales son:

<b>Tabla de características conductor aéreo</b>	
<b>Designación</b>	<b>47-AL1/8ST1A(LA56)</b>
Sección de aluminio, mm	46,8
Sección de acero, mm	7,79
Sección total, mm <sup>2</sup>	54,6
Composición	6+1
Diámetro de los alambres, mm <sup>2</sup>	3,15
Diámetro aparente, mm	9,45
Carga mínima de rotura, daN	1629
Módulo de elasticidad, daN/mm <sup>2</sup>	7900
Coefficiente de dilatación lineal, °C <sup>-1</sup>	0,0000191
Masa aproximada, kg/km	188,8
Resistencia eléctrica a 20°C, Ω/Km	0,6129
Densidad de corriente, A/mm <sup>2</sup>	3,651
Tense máximo <1/3 carga rotura	530 daN

Tabla 4. Características del conductor aéreo LA56, según UNE-EN 50182. Material aceptado según NI 54.63.01

La temperatura máxima de servicio, bajo carga normal en la línea, no sobrepasara los 50 °C.

La tracción máxima en el conductor, viene indicada en las tablas de tendido que se incluyen dentro de este proyecto, y no sobrepasara, en ningún caso, el tercio de la carga de rotura del mismo. La tracción en el conductor a 15 °C y sin sobrecarga, no sobrepasara el 15% de la carga de rotura del mismo.

#### 1.8.2.2 APOYOS.

Los apoyos serán metálicos, galvanizados por inmersión en caliente y de la resistencia adecuada al esfuerzo que hayan de soportar.

Estarán formados por tramos soldados y atornillados y llevarán placa de señalización de peligro eléctrico.

Su altura será tal que en ningún caso el conductor quede a menos de 7 m del nivel del terreno.

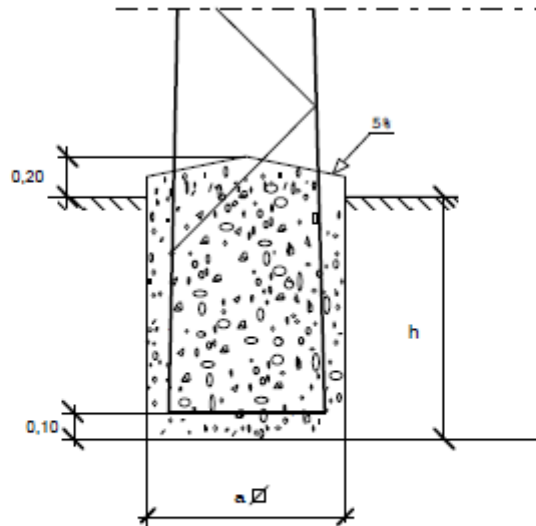
**Todos los apoyos serán metálicos de celosía** según norma NI 52.10.01

Todos los apoyos llevarán instalada una placa de señalización de riesgo eléctrico tipo CE 14, según la norma NI 29.00.00. Todos los apoyos se numerarán, empleando para ello placas y números de señalización según la norma NI 29.05.01.

<b>Clasificación del apoyo del entronque A/S 1 y 2</b>	
Denominación	C2000-12E
Altura	12 m
Esfuerzo nominal	2000 daN
Coeficiente de seguridad	1,5
Esfuerzo a torsión	1400 daN
Coeficiente de seguridad	1,2
Esfuerzo vertical simultáneo con nominal	600 daN
Peso	495 kg.
Superficie	28 m <sup>2</sup>
Cimentación	mono bloque de hormigón
Tipo de terreno	Normal
Coeficiente de compresibilidad del terreno	12kg/cm x cm <sup>2</sup> .
Dimensión de la cimentación en m.	1,00x1,00x2,30
Volumen de excavación	2,30 m <sup>3</sup>
Volumen de hormigón	2,44 m <sup>3</sup>

*Tabla 5. Clasificación del apoyo en el entronque A/S 1 y 2. Material aceptado según NI 52.10.01*





Cimentaciones para apoyos de perfiles metálicos

APOYO	CIMENTACION				APOYO	CIMENTACION			
Designación i-DE	a m	h m	Vol. excav. m <sup>3</sup>	Vol. horm. m <sup>3</sup>	Designación i-DE	a m	h m	Vol. excav. m <sup>3</sup>	Vol. horm. m <sup>3</sup>
C1000-12E	1,00	1,99	1,99	2,14	C4500-12E	1,01	2,75	2,81	2,96
C1000-14E	1,08	2,06	2,41	2,58	C4500-14E	1,10	2,82	3,41	3,59
C1000-16E	1,15	2,13	2,82	3,01	C4500-16E	1,17	2,89	3,96	4,15
C1000-18E	1,23	2,20	3,33	3,55	C4500-18E	1,26	2,94	4,66	4,89
C1000-20E	1,30	2,26	3,82	4,07	C4500-20E	1,33	2,99	5,30	5,56
C1000-22E	1,39	2,32	4,47	4,76	C4500-22E	1,43	3,03	6,20	6,50
C2000-12E	1,00	2,30	2,30	2,44	C7000-12E	1,35	2,84	5,18	5,45
C2000-14E	1,08	2,37	2,76	2,93	C7000-14E	1,53	2,87	6,73	7,08
C2000-16E	1,15	2,43	3,22	3,41	C7000-16E	1,69	2,91	8,32	8,75
C2000-18E	1,24	2,48	3,82	4,04	C7000-18E	1,88	2,93	10,35	10,89
C2000-20E	1,31	2,54	4,36	4,61	C7000-20E	2,04	2,96	12,32	12,96
C2000-22E	1,39	2,59	5,01	5,30	C7000-22E	2,22	2,98	14,68	15,44
C3000-12E	1,00	2,51	2,51	2,66	C7000-24E	2,38	3,00	17,01	17,89
C3000-14E	1,09	2,58	3,06	3,23	C7000-26E	2,56	3,02	19,79	20,82
C3000-16E	1,16	2,64	3,56	3,75	C9000-12E	1,35	3,02	5,50	5,77
C3000-18E	1,25	2,69	4,21	4,44	C9000-14E	1,53	3,06	7,15	7,50
C3000-20E	1,32	2,75	4,79	5,05	C9000-16E	1,69	3,09	8,83	9,26
C3000-22E	1,41	2,79	5,55	5,85	C9000-18E	1,88	3,11	10,99	11,53
					C9000-20E	2,04	3,14	13,07	13,71
					C9000-22E	2,22	3,16	15,56	16,32
					C9000-24E	2,38	3,18	18,04	18,92
					C9000-26E	2,56	3,20	20,97	22,00

Figura 1. Apoyos de perfiles metálicos. Anexo E 2.21.60, según Documento NI 52.10.01.

### 1.8.2.3 CRUCETAS.

Las crucetas a utilizar serán metálicas, según las normas:

- NI 52.31.02 - Crucetas rectas y semicrucetas para líneas eléctricas aéreas de tensión nominal hasta 20 kV.

Su diseño responde a las nuevas exigencias de distancias entre conductores y accesorios en tensión a apoyos y elementos metálicos, y donde se requiera, a la protección de la avifauna, tal y como se describe en de MT 2.21.60 Edición 06 de mayo de 2019.

La cruceta fin de línea en apoyo final de línea aérea de media tensión será RC2-15-S donde se realiza el entronque A/S.

#### 1.8.2.4 AISLADORES.

El aislamiento estará formado por aisladores compuestos para líneas eléctricas de alta tensión según normas UNE 21909 y UNE-EN 62217. Los elementos de cadenas para los aisladores compuestos responderán a lo establecido en la norma UNE-EN 61466. Los aisladores y elementos de cadena, según las normas citadas, están recogidos en la norma NI 48.08.01.

Se establecen dos niveles (Nivel II - Medio y Nivel IV - Muy fuerte) en lo que afecta a la contaminación del entorno en que han de instalarse los aisladores.

#### **NIVEL II – Medio**

· **Zonas con industrias que no produzcan humos especialmente contaminantes y/o con una densidad media de viviendas equipadas con calefacción.**

- Zonas con elevada densidad de viviendas y/o de industrias pero sujetas a vientos frecuentes y/o lluvias.
- Zonas expuestas a vientos desde el mar, pero no muy próximas a la costa cercanas al mar, pero alejadas algunos kilómetros de la costa (al menos distantes bastantes kilómetros). (Las distancias desde la costa marina dependen de la topografía costera y de las extremas condiciones del viento).

Los entornos típicos especificados en la ITC-LAT 07, para un nivel de contaminación I, serán considerados como nivel II.

#### NIVEL IV - Muy Fuerte

- Zonas generalmente de extensión moderada, sometidas a polvos conductores y a humo industrial que producen depósitos conductores particularmente espesos.
- Zonas generalmente de extensión moderada, muy próximas a la costa y expuestas a pulverización salina o a vientos las nieblas o a vientos muy fuertes y contaminantes provenientes del mar.
- Zonas desérticas caracterizadas por no tener lluvia durante largos periodos, expuestas a fuertes vientos que transportan arena y sal, y sometidas a una condensación regular.

Los entornos típicos especificados en la ITC-LAT 07, para un nivel de contaminación III, serán considerados como nivel IV.

Se adoptarán niveles de aislamiento para **zonas de nivel de polución media**.

Se emplearán aisladores compuestos para cadenas de líneas eléctricas de alta tensión, según norma NI 48.08.01, las cadenas estarán formadas por un aislador cuyas características son:

<b>Aislador tipo U 70 YB 20</b>	
<b>Material</b>	Compuesto
Carga de rotura	7.000 daN
Línea de fuga	480 mm
Tensión de contorno bajo lluvia a 50 Hz durante un minuto	70 kV eficaces
Tensión a impulso tipo rayo, valor cresta	165 kV

*Tabla 6. Características Aislador tipo U 70 YB 20. Material aceptado según NI 48.08.01.*

	<u>NIVEL DE POLUCIÓN MEDIO (II)</u>		<u>NIVEL DE POLUCIÓN MUY FUERTE (IV)</u>	
	Suspensión normal		Suspensión normal	
	Marca	Denominación	Marca	Denominación
	1	Aislador compuesto U70 YB 20	1	Aislador compuesto U70 YB 20 P
	2	Alojamiento de rótula R16/17	2	Alojamiento de rótula R16/17
	3	Grapa suspensión GS-1	3	Grapa de suspensión GS-1-I
	L = 480 mm		L = 480 mm	
	Suspensión reforzada		Suspensión reforzada	
	1	Aislador compuesto U70 YB 20	1	Aislador compuesto U70 YB 20 P
	2	Alojamiento de rótula R16/17	2	Alojamiento de rótula R16/17
	3	Grapa suspensión GS-2	3	Grapa de suspensión GS-2-I
4	Varillas de protección VPP-56	4	Varillas de protección VPP-56	
L = 484 mm		L = 484 mm		

Figura 2. Cadena de suspensión normal y reforzada, para niveles de polución II y IV según MT 2.21.60.

	<u>NIVEL DE POLUCIÓN MEDIO (II)</u>	
	Amarre	
	Marca	Denominación
	1	Aislador compuesto U70 YB 20
	2	Alojamiento de rótula R16/17P
	3	Grapa de amarre GA-1
	L = 575 mm	
<u>NIVEL DE POLUCIÓN MUY FUERTE (IV)</u>		
Amarre		
Marca	Denominación	
1	Aislador compuesto U70 YB 20 P	
2	Alojamiento de rótula R16/17P	
3	Grapa de amarre GA-1-I	
L = 575 mm		

Figura 3. Cadena de amarre, para niveles de polución II y IV según MT 2.21.60.

Para la fijación de los aisladores de composite a las estructuras, según los casos, podrá hacerse directamente a las mismas a través de tornillo de M-16, o bien a través de la pieza para armados L70.6-70, mediante la cual podrá darse la orientación deseada, tal y como se indica a continuación, al aislador de forma que facilite la realización de los puentes.

#### 1.8.2.5 ACCESORIOS.

Los accesorios 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.)

La ejecución y montaje de los empalmes y las terminaciones se realizarán siguiendo el Manual Técnico (MT) correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

Para la fijación de herrajes a los apoyos o entre ellos, se utilizarán tornillos, arandelas y turcas de acero galvanizado según NI 18.03.00, una vez instalados los mismos será necesario el graneteado de los tornillos para evitar su aflojamiento.

Las características de los terminales serán las establecidas en la NI 56.80.02. Los conectores para terminales de AT quedan recogidos en NI 56.86.01.

Los terminales enchufables serán de acuerdo con NI 56.80.02.

Las características de los empalmes serán las establecidas en la NI 56.80.02

#### 1.8.2.6 EMPALMES Y CONEXIONES.

Las características de los empalmes subterráneos serán las establecidas en la NI 56.80.02

No se prevé ejecución de empalmes subterráneos.

En caso de su empleo se utilizarán empalmes pre moldeados 3M 150/240 mm<sup>2</sup>. QSG300 AP-1 o similar

Se denomina "empalme" a la unión de conductores que asegura su continuidad eléctrica y mecánica.

Se denomina "conexión" a la unión de conductores que asegura la continuidad eléctrica de los mismos, con una resistencia mecánica reducida.

Los empalmes de los conductores aéreos se realizarán mediante piezas adecuadas a la naturaleza composición y sección de los conductores. Lo mismo el empalme que la conexión no deben aumentar la resistencia eléctrica del conductor. Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del cable el 95% de la carga de rotura del cable empalmado.

La conexión de conductores, tal y como ha sido definida en el presente apartado, sólo podrá ser realizada en conductores sin tensión mecánica o en las uniones de conductores realizadas en el puente de conexión de las cadenas de amarre, pero en este caso deberá tener una resistencia al deslizamiento de al menos el 20% de la carga de rotura del conductor.

Queda prohibida la ejecución de empalmes en conductores por la soldadura de los mismos.

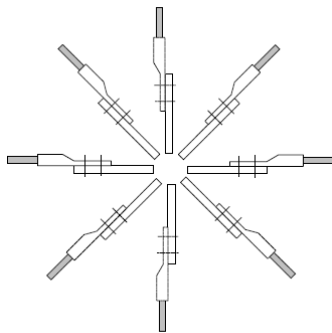
Con carácter general los empalmes no se realizarán en los vanos sino en los puentes flojos entre las cadenas de amarre. En cualquier caso, se prohíbe colocar en la instalación de una línea más de un empalme por vano y conductor. Solamente en la explotación, en concepto de reparación de una avería, podrá consentirse la colocación de dos empalmes.

Cuando se trate de la unión de conductores de distinta sección o naturaleza, es preciso que dicha unión se efectúe en el puente de conexión de las cadenas de amarre.

Las piezas de empalme y conexión serán de diseño y naturaleza tal que eviten los efectos electrolíticos, si éstos fueran de temer, y deberán tomarse las precauciones necesarias para que las superficies en contacto no sufran oxidación.

Se emplearán para la conexión de cables de línea con los puentes, principalmente, derivaciones por cuña a presión. Para la unión de los puentes a los aparatos de maniobra, cuyas palas son de cobre, se emplearán terminales bimetálicos de aluminio estañado. En el caso de derivaciones a terminaciones de cables subterráneos y pararrayos, si son con maniobra, se empleara desde la pala de estos cables de cobre y terminales a compresión para conductores de cobre.

En el caso de emplear terminales bimetálicos de aluminio estañado y en su unión a pala de cobre debe tenerse presente que el terminal debe quedar siempre por encima de la pala, tal y como se indica a continuación.



Una vez comprimido el terminal e instalado en la pala es conveniente que la grasa que rebosa del mismo, se aplique en la zona de contacto del terminal con la pala.

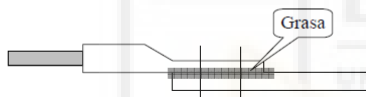
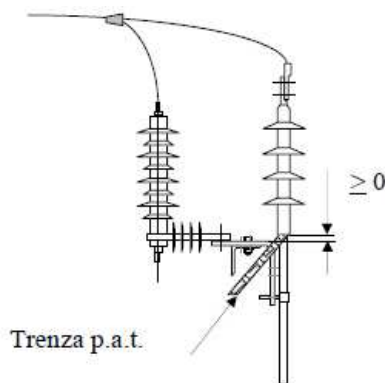


Figura 4. Detalle de unión de terminal bimetálico, según MT 2.23.17.



Para la instalación de las terminaciones de cable subterráneo, se tendrá en cuenta que la posición de la misma sobre el herraje será tal que no reduzca la línea de fuga de la misma, por ello la pantalla del cable que se une a la puesta de tierra deberá quedar ligeramente por encima del soporte de la terminación.

La unión entre la terminación y pararrayos asociado, a la línea aérea deberá realizarse directamente desde ésta, a la terminación y derivar con conector de cuña a presión al pararrayos.

Figura 5. Instalación de terminaciones de cable subterráneo, según MT 2.23.17.

#### 1.8.2.7 ELEMENTOS DE MANIOBRA.

Serán materiales normalizados, principalmente, seccionadores unipolares de línea aérea, cortacircuitos fusibles de expulsión seccionadores y seccionalizadores, estos últimos son de uso muy restringido, pero al presentar una geometría muy similar a los cortacircuitos fusibles de expulsión seccionadores, puede aplicarse los armados de estos últimos a los seccionalizadores.

Para seccionar una línea en derivación se podrán utilizar interruptores-seccionadores o seccionadores, según se requiera o no corte en carga durante su explotación, ya que los seccionadores no pueden interrumpir circuitos en carga, salvo pequeñas corrientes de valor inferior a 0,5 A.

Con carácter general se establecen las siguientes prescripciones:

- a) Los seccionadores serán siempre trifásicos, con mando manual o con servomecanismo, a excepción de los empleados en las líneas a que se refiere el apartado b).
- b) Únicamente se admitirán seccionadores unipolares accionables con pértiga para líneas de tensión nominal igual o inferior a 30 kV.
- c) Los seccionadores tipos intemperie estarán situados a una altura del suelo superior a cinco metros, inaccesibles en condiciones ordinarias, con su accionamiento dispuesto de forma que no pueda ser maniobrado más que por el personal de servicio, y se montarán de tal forma que no puedan cerrarse por gravedad.
- d) Las características de los seccionadores serán las adecuadas a la tensión e intensidad máxima del circuito en donde han de establecerse, y sus contactos estarán dimensionados para una intensidad mínima de paso de 200 amperios.
- e) Siempre que existan dos alimentaciones interdependientes, se dispondrá un conmutador tripolar que permita tomar energía de una u otra línea alternativamente.
- f) En aquellos casos en que el abonado o solicitante de la derivación posea fuentes propias de producción de energía eléctrica; se prohíbe instalar dispositivos con el fin de efectuar maniobras de acoplamiento, a no ser que se ponga de manifiesto la conformidad por ambas partes por escrito.

En función del sistema de explotación de red podrán utilizarse auto seccionador con el fin de aislar la parte de la línea en defecto, limitando la zona afectada por una interrupción de suministro.

En el límite de Distribuidora-Cliente se colocará cortacircuitos fusibles de expulsión-seccionadores con base polimérica hasta 36 kV según NI75.06.11.

Los cortacircuitos fusibles de expulsión llevarán un dispositivo que permita su apertura, mediante pértigas con cámaras portátiles de corte en carga.

Según MT 2.21.60 ed. 06 mayo de 2019 **no se montarán seccionadores unipolares en los apoyo del entronque A/S 1 y 2 con derivación a línea subterránea de distribución.**

#### 1.8.2.8 PARARRAYOS AUTOVALVULARES.

Pararrayos de óxidos metálicos sin explosores con envoltorio polimérica para alta tensión hasta 36 kV según NI.75.30.02.

Las condiciones de servicio son:

- temperatura ambiente del aire comprendida entre -40°C y +40°C
- instalación exterior, a una altitud no superior a 1000 m, en zonas expuestas a viento, lluvia, nieve y granizo.

Esta norma no especifica el funcionamiento de pararrayos para alturas superiores

- exposición a zonas de polución de nivel 3.
- instalación en líneas aéreas de AT cuya corriente de defecto entre fase-tierra estará limitada a 1000 A

En caso de avería del pararrayos, este se desconectará, quedando la fase correspondiente aislada.

La línea se construye a una altitud inferior a 1000 m.



---

**Se montarán pararrayos auto valvulares en el apoyo del entronque A/S 1 y 2.****1.8.2.9 ENTRONQUE AÉREO SUBTERRÁNEO.**

Tanto en el caso de un cable subterráneo intercalado en una línea aérea, como de un cable subterráneo de unión entre una línea aérea y una instalación transformadora se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones.

**Cuando el cable esté intercalado en una línea aérea no será necesario instalar un seccionador.**

Las tres fases del cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la línea aérea irán protegidas con un tubo de acero galvanizado, a fin de evitar el calentamiento producido por las corrientes inducidas. El interior del tubo será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable averiado.

El tubo de acero galvanizado, se obturará por la parte superior para evitar la entrada de agua, y se empotrará en la cimentación del apoyo, **sobresaliendo por encima del nivel del terreno 2,5 m, mínimo.**

**El diámetro del tubo será como mínimo de 1,5 veces el diámetro de la terna de cables con un mínimo de 110 mm.**

Se instalarán sistemas de protección de los cables contra sobretensiones mediante pararrayos de óxidos metálicos. El drenaje de estos se conectará a las pantallas metálicas de los cables, la conexión será lo más corta posible y sin curvas pronunciadas, garantizándose el nivel de aislamiento del elemento a proteger (en este caso los cables unipolares).

En previsión de una instalación de fibra óptica, se instalará una arqueta con tapa cerca del apoyo de manera que permita realizar la transición aéreo – subterránea del cable de fibra óptica. Esta arqueta se dejará, próxima al apoyo y conectada mediante un ducto de protección del cable de fibra que ascenderá por la pata del lado opuesto al que descienden los cables eléctricos hasta una altura mayor de 2,5 m, medida desde la base del apoyo. Este ducto deberá de ser metálico y de sección mínima de 90 mm<sup>2</sup>. Los cables de fibra óptica que se instalen en las canalizaciones subterráneas que accedan a centros de transformación o subestaciones a través de una conversión aéreo subterránea, serán de tipo dieléctrico con cubierta de tipo no propagadora de la llama y se conectarán a la caja de empalme de fibra óptica que se encuentra en el apoyo origen de la conversión

**1.8.2.10 DERIVACIONES.****1.8.2.10.1 SUBTERRÁNEAS.**

No se admitirán derivaciones en T.

**Las derivaciones se realizarán desde celdas de línea** situadas en centros de transformación o reparto, desde líneas aéreas o desde líneas subterráneas haciendo entrada y salida.

**1.8.2.10.2 AÉREAS.**

Las derivaciones de líneas se efectuarán siempre en un apoyo. En el cálculo de dicho apoyo se tendrán en cuenta las cargas adicionales más desfavorables que sobre el mismo introduzca la línea derivada. Como regla general, en las derivaciones de líneas se instalarán seccionadores que se ubicarán en el propio apoyo

en el que se efectúa la derivación o en un apoyo próximo a dicha derivación siempre que el seccionador quede a menos de 50 m de la derivación. Para líneas de tercera categoría destinadas a distribución de energía eléctrica se admitirá también un sistema de explotación sin necesidad de instalar seccionadores en las derivaciones, siempre que la suma de las potencias instaladas en las líneas que se derivan del mismo seccionador no sobrepase 400 kVA.

#### 1.8.2.11 PUESTA A TIERRA.

En los extremos de la línea subterránea, de la parte del centro de transformación, se colocará un seccionador de puesta a tierra que permita poner a tierra los cables en caso de trabajos o reparación de averías, a fin de evitar posibles accidentes originados por la existencia de cargas por capacidad. Las pantallas metálicas de los cables deben de estar en perfecta conexión con tierra.

En el extremo de los entronques A/S 1 y 2 la pantalla metálica del cable se pondrá a la misma puesta a tierra del apoyo.

#### APOYOS:

Las puestas a tierra se realizarán teniendo presente lo que al respecto se especifica en ITC-LAT 07/7 de R.L.A.T. y el MT-2.23.35 ed.03 de febrero de 2014

Los sistemas de puesta a tierra tienen que cumplir los siguientes requisitos:

1. Resistir los esfuerzos mecánicos y la corrosión
2. Resistir, desde un punto de vista térmico, la corriente de falta más elevada determinada en el cálculo.
3. Garantizar la seguridad de las personas con respecto a tensiones que aparezcan durante una falta a tierra en los sistemas de puesta a tierra.
4. Proteger de daños a propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad de la línea

Estos requisitos dependen fundamentalmente de:

- a) Método de puesta a tierra del neutro de la red: neutro aislado, neutro puesto a tierra mediante impedancia o neutro rígido a tierra.
- b) Del tipo de apoyo en función de su ubicación: apoyos frecuentados y apoyos no frecuentados y del material constituyente del apoyo: conductor o no conductor.

Los apoyos que alberguen las botellas terminales de paso aéreo-subterráneo cumplirán los mismos requisitos que el resto de apoyos en función de su ubicación.

Los **apoyos que alberguen aparatos de maniobra** cumplirán los mismos requisitos **que los apoyos frecuentados**, exclusivamente a efectos de su diseño de puesta a tierra.

El sistema de puesta a tierra está constituido por uno o varios electrodos de puesta a tierra enterrados en el suelo y por la línea de tierra que conecta dichos electrodos a los elementos que deban quedar puestos a tierra.

Los electrodos de puesta a tierra se dispondrán de las siguientes formas:

- a) Electrodos horizontales de puesta a tierra constituidos por cables enterrados, desnudos, de cobre de 50 mm<sup>2</sup>, dispuestos en forma de bucles perimetrales.



- b) Picas de tierra verticales, de acero cobrizado de 14 mm de diámetro, y de 1,5 metros de longitud, que podrán estar formadas por elementos empalmables.

Para apoyos situados en **zonas frecuentadas**, la resistencia **no será superior a 50 ohmios** y dispondrán de chapas anti escaló.

Para apoyos situados en **zonas no frecuentadas**, la resistencia **no será superior a 230 ohmios** y dispondrán de chapas anti escaló.

Todos los apoyos de material conductor o de hormigón armado deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica.

Los apoyos de material no conductor no necesitan tener puesta a tierra.

Además, todos los apoyos frecuentados, salvo los de material aislante, deben ponerse a tierra.

La conexión a tierra de los pararrayos instalados en apoyos no se realizara ni a través de la estructura del apoyo metálico ni de las armaduras, en el caso de apoyos de hormigón armado.

Los chasis de los aparatos de maniobra podrán ponerse a tierra a través de la estructura del apoyo metálico.

Para poder identificar los apoyos en los que se debe garantizar los valores admisibles de las tensiones de contacto, en la ITC-LAT 07 del RLAT se establece la clasificación de los apoyos según su ubicación en apoyos frecuentados y apoyos no frecuentados.

a) Apoyos Frecuentados. Son los situados en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente: donde se espere que las personas se queden durante tiempo relativamente largo, algunas horas al día durante varias semanas, o por un tiempo corto pero muchas veces al día, por ejemplo, cerca de áreas residenciales o campos de juego. Los lugares que solamente se ocupan ocasionalmente, como bosques, campo abierto, campos de labranza, etc., no están incluidos.

b) Apoyos No Frecuentados. Son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.

Elección del sistema de puesta a tierra y cálculo de la resistencia de tierra.

1. El electrodo a emplear para su utilización en el caso de líneas aéreas con **apoyos no frecuentados**, tal como especifica el apartado 7.3.4.3 de la ITC LAT-07 del RLAT, proporcionara un valor de la resistencia de puesta a tierra lo suficientemente bajo para garantizar la actuación de las protecciones en caso de defecto a tierra. Dicho valor, véase tabla 4 del MT citado, se podrá conseguir mediante la utilización de una sola pica de acero cobrizado de 1,5 m de longitud y 14 mm de diámetro, enterrado como mínimo a 0,5 m de profundidad. Si no es posible alcanzar, mediante una sola pica, los valores de resistencia indicados en la tabla 4, se añadirán picas al electrodo enterrado, siguiendo la periferia del apoyo, hasta completar un anillo de cuatro picas , añadiendo, si es necesario a dicho anillo, picas en hilera de igual longitud, separadas 3 m entre sí . El conductor de unión entre picas será de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Valores máximos de la resistencia a tierra en apoyos no frecuentados	
Tensión nominal de la red Un (kV)	Máximo valor de la resistencia de puesta a tierra ( $\Omega$ )
13,2	150
15	175
20	230

Tabla 7. Valores máximos de la resistencia a tierra en apoyos no frecuentados, según MT 2.23.35.

2. La configuración tipo del electrodo a emplear para su utilización en el caso de líneas aéreas con **apoyos frecuentados con calzado** será la de un bucle perimetral con la cimentación, cuadrado, a una distancia horizontal de 1m. como mínimo, formado por conductor de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección, enterrado como mínimo a 0,5 m de profundidad, al que se conectarán en cada uno de sus vértices cuatro picas de acero cobrizado de 1,5 m de longitud y 14 mm de diámetro. En todo caso la resistencia de puesta a tierra presentada por el electrodo, en ningún caso debe ser superior a **50 ohmios**. Si no es posible alcanzar este valor, mediante la configuración tipo, y hasta conseguir los 50 ohmios, se añadirá, a dicha configuración, picas en hilera, de igual longitud, separadas 3 m entre sí.

Tipos de electrodos utilizados en líneas aéreas con apoyos frecuentados con calzado		
Dimensiones de la cimentación a (m) x b (m)	Dimensiones del electrodo (m)	Designación del electrodo
0,6 x 0,6	2,6 x 2,6	CPT-LA-26 / 0,5
0,8 x 0,8	2,8 x 2,8	CPT-LA-28 / 0,5
<b>1 x 1</b>	<b>3 x 3</b>	<b>CPT-LA-30 / 0,5</b>
1,2 x 1,2	3,2 x 3,2	CPT-LA-32 / 0,5
1,4 x 1,4	3,4 x 3,4	CPT-LA-34 / 0,5
1,6 x 1,6	3,6 x 3,6	CPT-LA-36 / 0,5
1,8 x 1,8	3,8 x 3,8	CPT-LA-38 / 0,5
2 x 2	4 x 4	CPT-LA-40 / 0,5
2,2 x 2,2	4,2 x 4,2	CPT-LA-42 / 0,5
2,4 x 2,4	4,4 x 4,4	CPT-LA-44 / 0,5
2,6 x 2,6	4,6 x 4,6	CPT-LA-46 / 0,5
2,8 x 2,8	4,8 x 4,8	CPT-LA-48 / 0,5
3 x 3	5 x 5	CPT-LA-50 / 0,5

Tabla 8. Tipos de electrodos utilizados en líneas aéreas con apoyos frecuentados sin calzado, según MT 2.23.35.

**Los apoyos de los entronques AS1 y 2 al disponer de aparatos de maniobra se considerarán apoyos frecuentados con calzado.**

3. La configuración tipo del electrodo a emplear para su utilización en el caso de líneas aéreas con **apoyos frecuentados sin calzado** será la de un bucle perimetral con la cimentación, cuadrado, a una distancia horizontal de 1 m, como mínimo, formado por conductor de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección, enterrado como mínimo a 1 m de Profundidad, al que se conectaran en cada uno de sus vértices cuatro picas de acero cobrizado de 1,5 m de longitud y 14 mm de diámetro.

Esta configuración, con los electrodos enterrados a una profundidad mayor que la indicada para apoyos frecuentados con calzado, tiene la ventaja de que las tensiones de paso son menores.

En todo caso la resistencia de puesta a tierra presentada por el electrodo, en ningún caso debe ser superior a 50 ohmios. Si no es posible alcanzar este valor, mediante la configuración tipo, y hasta conseguir los **50 ohmios**, se añadirán, a dicha configuración, picas en hilera, de igual longitud, separadas 3 m entre sí.

Tipos de electrodos utilizados en líneas aéreas con apoyos frecuentados sin calzado		
Dimensiones de la cimentación a (m) x b(m)	Dimensiones del electrodo (m)	Designación del electrodo
0,6 x 0,6	2,6 x 2,6	CPT-LA-26 / 1
0,8 x 0,8	2,8 x 2,8	CPT-LA-28 / 1
1 x 1	3 x 3	CPT-LA-30 / 1
1,2 x 1,2	3,2 x 3,2	CPT-LA-32 / 1
1,4 x 1,4	3,4 x 3,4	CPT-LA-34 / 1
1,6 x 1,6	3,6 x 3,6	CPT-LA-36 / 1
1,8 x 1,8	3,8 x 3,8	CPT-LA-38 / 1
2 x 2	4 x 4	CPT-LA-40 / 1
2,2 x 2,2	4,2 x 4,2	CPT-LA-42 / 1
2,4 x 2,4	4,4 x 4,4	CPT-LA-44 / 1
2,6 x 2,6	4,6 x 4,6	CPT-LA-46 / 1
2,8 x 2,8	4,8 x 4,8	CPT-LA-48 / 1
3 x 3	5 x 5	CPT-LA-50 / 1

Tabla 9. Tipos de electrodos utilizados en líneas aéreas con apoyos frecuentados con calzado, según MT 2.23.35.

#### 1.8.2.12 CANALIZACIONES.

Los cables aislados podrán instalarse:

- Directamente enterrados en zanjas.
- Entubados (dentro de tubos en toda su longitud).
- Al aire (alojados en galerías).

##### 1.8.2.12.1 DIRECTAMENTE ENTERRADOS.

Estas canalizaciones de líneas subterráneas deberán proyectarse teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La canalización discurrirá por terrenos de dominio público bajo acera, siempre que sea posible, admitiéndose su instalación bajo la calzada en los cruces, evitando los ángulos pronunciados.

- El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo: Cable unipolar: 15 veces el diámetro. Los radios de curvatura en operaciones de tendido será superior a 20 veces su diámetro.
- Los cruces de calzadas deberán ser perpendiculares, procurando evitarlos si es posible sin perjuicio del estudio económico de la instalación en proyecto y si el terreno lo permite.

Los cables se alojarán en zanjas de 0,80 m. de profundidad mínima y una anchura que permita las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,35 m.

Los cables se alojarán en zanjas de 0,80 m de profundidad mínima y anchura mínima de 0,35 m que además de permitir las operaciones de apertura y tendido, cumple con las condiciones de paralelismo, cuando lo haya.

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se colocará una capa de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcillas o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, de un espesor mínimo de 10 cm sobre la que se depositará el cable o cable a instalar.

Encima irá otra capa de arena de idénticas características y con unos 10 cm de espesor, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando sea una línea y por un tubo y una placa cubre cables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubre cables será las establecidas en la NI 52.95.01. A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo uno o zahorras, de 25 cm de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 10 cm y 30 cm de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos, las características ,color, etc. de esta cinta serán las establecidas en NI 29.00.01

Cuando en una misma zanja coincida más de un cable, la distancia entre los mazos que forman cada terna será como mínimo de 10 cm.

A continuación se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de HM 125 de unos 12 cm 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.

#### 1.8.2.12.2 ENTUBADOS.

Estará constituida por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito eléctrico. Las características de estos tubos serán similares a las indicadas en el documento, de referencia informativa, NI52.95.03, u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de la tubular. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables se dispondrán arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en los documentos aplicables a cada tipo de cable en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos

casos que lo requieran. En la entrada de las arquetas las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con los correspondientes entibados u otros medios para asegurar su estabilidad cuando proceda, conforme a la documentación de riesgos laborales.

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m. en acera o tierra, ni de 0,8 m. en calzada, para asegurar estas cotas.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos. En los planos, se indican varias formas de disposición de tubos y a título orientativo, valores de las dimensiones de la zanja. Se colocará una cinta o varias cintas de señalización (dependiendo del número de tubos), como advertencia de la presencia de cables eléctricos. Las características, color, etc., de la cinta, serán similares a las indicadas en el documento, de referencia informativa, NI 29.00.01, u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

Todas las canalizaciones deben estar preparadas para el desarrollo de redes inteligentes. La instalación de telecomunicaciones se colocará con multitubo de características similares a las indicadas en el documento, de referencia informativa, NI 52.95.20, u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista, como conducto para cables de control, red multimedia, etc. A este ducto se le dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control y red multimedia incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

La guía de instalación del ducto y accesorios, se encuentra definida en el documento de referencia informativo, MT 2.33.14 “Guía de instalación de los cables óptico subterráneos”, mientras que las características del ducto y sus accesorios se especifican en el documento, de referencia informativa, NI 52.95.20 “Tubos de plástico y sus accesorios (exentos de halógenos) para canalizaciones de redes subterráneas de telecomunicaciones”, para ambos pudiéndose utilizar otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

La capa de relleno podrá ser de tierras procedente de la excavación, tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, o áridos reciclados y debiendo estar exenta de piedras o cascotes.

Si la canalización se realizara con medios manuales, debe aplicarse la normativa vigente sobre riesgos laborales vigente para permitir desarrollar el trabajo de las personas en el interior de la zanja.

#### 1.8.2.12.3 AL AIRE.

Los cables subterráneos ocasionalmente pueden ir instalados en pequeños tramos al aire, (entradas a centros de transformación, apoyos de líneas aéreas, etc.), en estos casos se deberá observar las mismas indicaciones que en las instalaciones directamente enterradas, por lo que se refiere al radio de curvatura, tensión de tendido. También podrán ser suspendidos por medio de cable fiador por medio de grapas (tipo telefónico) que no dañen la cubierta de los conductores, colocadas a una distancia aproximada entre sí de 1m.

#### 1.8.2.12.4 EN GALERIAS.

Este tipo de canalización, los cables estarán colocados al aire libre sobre bandejas o palomillas separadas como máximo 0,60 m y al abrigo de los rayos solares.

Las galerías, preferentemente, se usarán solo para instalaciones eléctricas.

En ningún caso podrán coexistir en la misma galería instalaciones eléctricas e instalaciones de gas. Es conveniente que tampoco existan canalizaciones de agua. Sólo se admite la existencia de canalizaciones de agua si se puede asegurar que en caso de fuga el agua no afecte a los demás servicios (por ejemplo, en un diseño de doble cuerpo, en el que en un cuerpo se dispone una canalización de agua y tubos hormigonados para cables de comunicación, y en el otro cuerpo, estanco respecto al interior cuando tiene colocada la tapa registrable, se disponen los cables de A.T., de B.T., de alumbrado público, semáforos, control y comunicación).

Las condiciones de seguridad más destacables que deben cumplir este tipo de instalación son:

- estanqueidad de los cierres y
- buena renovación de aire en el cuerpo ocupado por los cables eléctricos, para evitar acumulaciones de gas y de condensación de humedades, y mejora la disipación de calor.

Las galerías deberán estar bien ventiladas para evitar acumulaciones de gases, condensaciones de humedad y conseguir una buena disipación del calor. Deberán disponer, además, de un sistema de drenaje eficaz.

Los cables de tensiones distintas deben de disponerse sobre soportes diferentes, al igual que los cables de telecomunicación. Los cables deberán estar señalizados e identificados en todo su recorrido.

La fijación de los cables de energía eléctrica deberá realizarse de forma que se evite su desplazamiento al ser atravesados por las posibles corrientes de cortocircuito.

#### 1.8.3 DISTANCIAS DE SEGURIDAD.

De acuerdo con la ITC-LAT 07, las separaciones entre conductores, entre estos y los apoyos, así como las distancias respecto al terreno y obstáculos a tener en cuenta en este proyecto, son las que se indican en los apartados siguientes.

##### 1.8.3.1 DISTANCIAS ENTRE CONDUCTORES.

Es la distancia interna de seguridad que evitará la aparición de cortocircuitos entre fases.

La separación mínima entre conductores de fase se determinará por la fórmula (ITC-LAT 07):

$$D = K\sqrt{F + L} + K' D_{PP}$$

D = Separación entre conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos en metros.

K = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, que se tomará de la tabla 16 RLAT. Para ángulo de oscilación de 71°55', K= 0,65.

K' = Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea K'=0,85 para líneas de categoría especial y K'=0,75 para el resto de líneas.

F = Flecha máxima en metros, para las hipótesis según el apartado 3.2.3 RLAT

L = Longitud en metros de la cadena de suspensión, en suspensión normal L= 0,48 m. En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores rígidos L=0.

Dpp= Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. El valor de Dpp para tensiones de hasta 24 kV es de 0,25 m.

Para aislamiento suspendido la relación entre la flecha máxima y la distancia entre conductores es:

Cruceta BP125-1750	D = 1,75 m	F = 5,278 m
Cruceta BP125-2000	D = 2,00 m	F = 7,276 m

Tabla 10. Relación entre flecha máxima y distancia entre conductores, según MT 2.21.60.

Los valores de las distancias entre conductores en apoyo de ángulo se reducen en función del valor del ángulo de desviación de la traza (orientación del apoyo a la resultante de ángulo):

$$D' = D \cos \frac{\alpha}{2}$$

$\alpha$ =ángulo de desviación de la traza.

En caso de entrada perpendicular una salida absorbe todo el ángulo de desviación de la traza y la distancia se disminuye según la expresión:

$$D' = D \cos \alpha$$

Este caso lo tenemos en AS1 y  $\alpha=24^\circ$ . Ver cálculos y plano de detalle.

Tabla de flechas máximas para diferentes separaciones entre conductores (D), ángulo de desviación de la traza ( $\alpha$ ), para vanos con cadenas de amarre (L=0)										
Ángulo de desviación $\alpha$ , en $^\circ$	D, m = 1,00		D, m = 1,25		D, m = 1,50		D, m = 1,75		D, m = 2,00	
	D' m	F. máx m	D' m	F. máx m	D' m	F. máx m	D' m	F. máx m	D' m	F. máx m
0	1,000	1,563	1,250	2,672	1,500	4,077	1,750	5,778	2,000	7,776
10	0,996	1,548	1,245	2,648	1,494	4,042	1,743	5,729	1,992	7,710
20	0,985	1,505	1,231	2,577	1,477	3,937	1,723	5,584	1,970	7,517
30	0,966	1,434	1,207	2,462	1,449	3,766	1,690	5,346	1,932	7,202
40	0,940	1,339	1,175	2,306	1,410	3,535	1,644	5,024	1,879	6,775
50	0,906	1,223	1,133	2,115	1,359	3,251	1,586	4,629	1,813	6,251
60	0,866	1,090	1,083	1,896	1,299	2,924	1,516	4,174	1,732	5,646
70	0,819	0,944	1,024	1,656	1,229	2,566	1,434	3,675	1,638	4,982
80	0,766	0,792	0,958	1,404	1,149	2,188	1,341	3,147	1,532	4,279
90	0,707	0,639	0,884	1,148	1,061	1,805	1,237	2,609	1,414	3,562
100	0,643	0,491	0,803	0,898	0,964	1,428	1,125	2,080	1,286	2,854
110	0,574	0,353	0,717	0,664	0,860	1,072	1,004	1,577	1,147	2,180
120	0,500	0,231	0,625	0,453	0,750	0,749	0,875	1,119	1,000	1,563

Tabla 11. Tabla de flechas máximas para diferentes separaciones entre conductores (D), ángulo de desviación de la traza ( $\alpha$ ), para vanos con cadenas de amarre (L=0) según MT 2.21.60.

Esta tabla está construida para orientar el apoyo hacia la resultante de ángulo, para el caso de AS1 se entrará con  $2\alpha= 48^\circ$  ya que no está orientado hacia la resultante del ángulo.

**La flecha máxima del vano AS1 será <3,25 m.**



**La flecha máxima del vano AS2 será <4,08 m.**

### 1.8.3.2 DISTANCIAS DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO.

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical según las hipótesis de temperatura y de hielo según el apartado 3.2.3 del RLAT, queden situados por encima de cualquier punto del terreno, senda, vereda o superficies de agua no navegables, a una altura mínima de:

$$D_{add} + D_{el} = 5,3 + 0,22 = 5,52 \text{ m}$$

El valor de  $D_{el}$  para tensiones de hasta 24 kV es de 0,22 m.

Según ITC-LAT 07 la distancia mínima será de 6 m.

i-DE establece para sus líneas un **mínimo de 7 metros. Al estar del lado de la seguridad se adoptará esta distancia.**

### 1.8.3.3 DISTANCIAS ENTRE CONDUCTORES Y PARTES PUESTAS A TIERRA.

De acuerdo con el apartado 5.4.2 de la ITC-LAT 07, esta distancia no será inferior a  $D_{el}$ , con un mínimo de 0,20 m.

En este caso,  $D_{el} = 0,22 \text{ m}$ .

Con cadena suspendida y cruceta bóveda de las dimensiones señaladas en el apartado anterior, el ángulo máximo de desviación de la cadena, para respetar esa distancia mínima, es de 70°.

### 1.8.3.4 DISTANCIAS A OTRAS LINEAS ELECTRICAS AEREAS O LINEAS AEREAS DE TELECOMUNICACION.

#### 1.8.3.4.1 CRUZAMIENTOS.

En los cruces de líneas eléctricas aéreas se situará a mayor altura la de tensión más elevada y, en el caso de igual tensión; la que se instale con posterioridad. En todo caso, siempre que fuera preciso sobre elevar la línea preexistente, será de cargo del propietario de la nueva línea la modificación de la línea ya instalada. Se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada, pero la distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la línea superior no deberá ser inferior a:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el} \text{ en metros}$$

Tensión nominal de la red kV	$D_{add}$		$D_{el}$	$D_{pp}$
	Para distancias del apoyo de la línea superior al punto de cruce $\leq 25 \text{ m}$	Para distancias del apoyo de la línea superior al punto de cruce $> 25 \text{ m}$		
De 3 a 30	1,8	2,5		
24			0,22	0,25

Tabla 12. Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas en cruzamiento con otras líneas, según ITC-LAT-07.



Con un mínimo de:

- 2 metros para líneas de tensión de hasta 45 kV.
- 3 metros para líneas de tensión superior a 45 kV y hasta 66 kV.
- 4 metros para líneas de tensión superior a 66 kV y hasta 132 kV
- 5 metros para líneas de tensión superior a 132 kV y hasta 220 kV.
- 7 metros para líneas de tensión superior a 220 kV y hasta 400 kV.

Y considerándose los conductores de la misma en su posición de máxima desviación, bajo la acción de la hipótesis de viento al del apartado 3.2.3. RLAT.

La mínima distancia vertical entre los conductores de fase de ambas líneas en las condiciones más desfavorables, no deberá ser inferior a:

$$D_{add} + D_{pp} = 1,80 + 0,25 = 2,05 \text{ m para distancia } \leq 25 \text{ m}$$

$$D_{add} + D_{pp} = 2,50 + 0,25 = 2,75 \text{ m para distancia } > 25 \text{ m}$$

#### 1.8.3.4.2 PARALELISMOS.

##### **Paralelismos entre líneas eléctricas aéreas**

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3. del RLAT.

Se entiende que existe paralelismo cuando dos o más líneas próximas siguen sensiblemente la misma dirección, aunque no sean rigurosamente paralelas.

Siempre que sea posible, se evitará la construcción de líneas paralelas de transporte o de distribución de energía eléctrica, a distancias inferiores a 1,5 veces de altura del apoyo más alto, entre las trazas de los conductores más próximos. Se exceptúan de la anterior recomendación las zonas de acceso a centrales generadores y estaciones transformadoras.

En todo caso, entre los conductores contiguos de las líneas paralelas, no deberá existir una separación inferior a la prescrita en el apartado 5.4.1, considerando los valores K, K', L, F Y Dpp de la línea de mayor tensión.

El tendido de líneas de diferente tensión sobre apoyos comunes se permitirá cuando sean de iguales características en orden a la clase de corriente y frecuencia, salvo que se trate de líneas de transporte y telecomunicación o maniobra de la misma empresa y siempre que estas últimas estén afectas exclusivamente al servicio de las primeras. La línea más elevada será preferentemente la de mayor tensión, y los apoyos tendrán la altura suficiente para que las separaciones entre los conductores de ambas líneas y, entre éstos y aquél, sean las que con carácter general se exigen y para que la distancia al terreno del conductor más bajo, en las condiciones más desfavorables, sea la establecida en el apartado 5.5 RLAT.

Las líneas sobre apoyos comunes se considerarán como de tensión igual a la de la más elevada, a los efectos de explotación, conservación y seguridad en relación con personas y bienes. El aislamiento de la línea de menor tensión no será inferior al correspondiente de puesta a tierra de la línea de tensión más elevada.

##### **Paralelismos entre líneas eléctricas aéreas y líneas de telecomunicación.**

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3. RLAT

Se evitará siempre que se pueda el paralelismo de las líneas eléctricas de alta tensión con líneas de telecomunicación, y cuando ello no sea posible se mantendrá entre las trazas de los conductores más próximos de una y otra línea una distancia mínima igual a 1,5 veces la altura del apoyo más alto.

#### 1.8.3.5 PASO POR ZONAS.

En general, para las líneas eléctricas aéreas con conductores desnudos se define la zona de servidumbre de vuelo como la franja de terreno definida por la proyección sobre el suelo de los conductores extremos, considerados éstos y sus cadenas de aisladores en las condiciones más desfavorables, sin contemplar distancia alguna adicional.

Las condiciones más desfavorables son considerar los conductores y sus cadenas de aisladores en su posición de máxima desviación, es decir, sometidos a la acción de su peso propio y a una sobrecarga de viento, según apartado 3.1.2 RLAT para una velocidad de viento de 120 km/h a la temperatura de +15°C.

Las líneas aéreas de alta tensión deberán cumplir el R.D. 1955/2000, de 1 de diciembre, en todo lo referente a las limitaciones para la constitución de servidumbre de paso.

##### 1.8.3.5.1 BOSQUES, ARBOLES Y MASAS DE ARBOLADO.

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3. RLAT

Para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos de árboles con los conductores de una línea eléctrica aérea, deberá establecerse, mediante la indemnización correspondiente, una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia de seguridad a ambos lados de dicha proyección:

$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el}$  en metros, **con un mínimo de 2 metros**. Los valores de  $D_{el}$  se indican en el apartado 5.2 RLAT en función de la tensión más elevada de la línea.

El responsable de la explotación de la línea estará obligado a garantizar que la distancia de seguridad entre los conductores de la línea y la masa de arbolado dentro de la zona de servidumbre de paso satisface las prescripciones de este reglamento, estando obligado el propietario de los terrenos a permitir la realización de tales actividades. Asimismo, comunicará al órgano competente de la administración las masas de arbolado excluidas de zona de servidumbre de paso, que pudieran comprometer las distancias de seguridad establecida en este reglamento. Deberá vigilar también que la calle por donde discurre la línea se mantenga libre de todo residuo procedente de su limpieza, al objeto de evitar la generación o propagación de incendios forestales.

— En el caso de que los conductores sobrevuelen los árboles; la distancia de seguridad se calculará considerando los conductores con su máxima flecha vertical según las hipótesis del apartado 3.2.3.

— Para el cálculo de las distancias de seguridad entre el arbolado y los conductores extremos de la línea, se considerarán éstos y sus cadenas de aisladores en sus condiciones más desfavorables descritas en este apartado.

Igualmente deberán ser cortados todos aquellos árboles que constituyen un peligro para la conservación de la línea, entendiéndose como tales los que, por inclinación o caída fortuita o provocada puedan alcanzar los conductores en su posición normal, en la hipótesis de temperatura b) del apartado 3.2.3. Esta circunstancia

será función del tipo y estado del árbol, inclinación y estado del terreno, y situación del árbol respecto a la línea.

Los titulares de las redes de distribución y transporte de energía eléctrica deben mantener los márgenes por donde discurren las líneas limpios de vegetación, al objeto de evitar la generación o propagación de incendios forestales.

Asimismo, queda prohibida la plantación de árboles que puedan crecer hasta llegar a comprometer las distancias de seguridad reglamentarias.

Los pliegos de condiciones para nuevas contrataciones de mantenimiento de líneas incorporarán cláusulas relativas a las especies vegetales adecuadas, tratamiento de calles, limpieza y desherbado de los márgenes de las líneas como medida de prevención de incendios.

#### 1.8.3.5.2 EDIFICIOS, CONSTRUCCIONES Y ZONAS URBANAS.

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3.RLAT

Se evitará el tendido de líneas eléctricas aéreas de alta tensión con conductores desnudos en terrenos que estén clasificados como suelo urbano, cuando pertenezcan al territorio de municipios que tengan plan de ordenación o como casco de población en municipios que carezcan de dicho plan. No obstante, a petición del titular de la instalación y cuando las circunstancias técnicas o económicas lo aconsejen, el órgano competente de la Administración podrá autorizar el tendido aéreo de dichas líneas en las zonas antes indicadas.

Se podrá autorizar el tendido aéreo de líneas eléctricas de alta tensión con conductores desnudos en las zonas de reserva urbana con plan general de ordenación legalmente aprobado y en zonas y polígonos industriales con plan parcial de ordenación aprobado, así como en los terrenos del suelo urbano no comprendidos dentro del casco de la población en municipios que carezcan de plan de ordenación.

Conforme a lo establecido en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, no se construirán edificios e instalaciones industriales en la servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia mínima de seguridad a ambos lados:

$$Dadd + Del = 3,3 + Del, \text{ en metros}$$

Con un mínimo de 5 metros. Los valores de Del se indican en el apartado anterior en función de la tensión más elevada de la línea.

Análogamente, no se construirán líneas por encima de edificios e instalaciones industriales en la franja definida anteriormente.

No obstante, en los casos de mutuo acuerdo entre las partes, las distancias mínimas que deberán existir en las condiciones más desfavorables, entre los conductores de la línea eléctrica y los edificios o construcciones que se encuentren bajo ella, serán las siguientes:

- Sobre puntos accesibles a las personas: 5,5 + Del metros, con un mínimo de 6 metros.
- Sobre puntos no accesibles a las personas: 3,3 + Del metros, con un mínimo de 4 metros.

Se procurará asimismo en las condiciones más desfavorables, el mantener las anteriores distancias, en proyección horizontal, entre los conductores de la línea y los edificios y construcciones inmediatos.

### 1.8.3.5.3 PROXIMIDADES A OBRAS.

Cuando se realicen obras próximas a líneas aéreas y con objeto de garantizar la protección de los trabajadores frente a los riesgos eléctricos según la reglamentación aplicable de prevención de riesgos laborales, y en particular 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, el promotor de la obra se encargará de que se realice la señalización mediante el balizamiento de la línea aérea. El balizamiento utilizará elementos normalizados y podrá ser temporal.

### 1.8.4 MEDIDAS DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD.

Al comienzo de las obras y dado que se trata de un tendido tanto aéreo como subterráneo, se delimitará perfectamente la zona de actuación y quedará señalizada y vallada toda la zona de influencia durante la duración de las obras.

Durante el tiempo de trabajo en la línea y dado que se trabaja sin tensión, al ser una línea de nueva implantación, no se precisa más medidas de seguridad que las propias derivadas de la ejecución de la línea, no ejecutándose la interconexión con la LAAT/LSAT existente hasta la obtención de la correspondiente puesta en marcha y autorización de la Distribuidora Eléctrica.

Así mismo cuando se esté ejecutando la excavación y hormigonado de las bases de los apoyos, dichos recintos estarán y quedarán perfectamente delimitados y señalizados con el fin de evitar accidentes de los propios operarios o personas transeúntes de la zona.

Durante todo el tiempo de ejecución de las obras, las partes de peligro (zonas de apoyos) y zanjas para tendido subterráneo estará perfectamente señalizadas y cerradas con el fin de evitar accidentes

### 1.8.5 PROTECCIONES ELÉCTRICAS.

En las líneas eléctricas y sus derivaciones se dispondrán las protecciones contra sobre intensidades y sobretensiones necesarias de acuerdo con la instalación receptora, de conformidad con lo especificado en Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

En todos los puntos extremos de las líneas eléctricas, sea cual sea su categoría, por los cuales pueda fluir energía eléctrica en dirección a la línea, se deberán disponer protecciones contra cortocircuitos o defectos en línea, eficaces y adecuadas.

El accionamiento automático de los interruptores podrá ser realizado por relés directos solamente en líneas de tercera categoría.

Se prestará particular atención en el proyecto del conjunto de las protecciones, a la reducción al mínimo de los tiempos de eliminación de las faltas a tierra, para la mayor seguridad de las personas y cosas, teniendo en cuenta la disposición del neutro de la red (puesto a tierra, aislado o conectado a través de una impedancia elevada). El valor de la resistencia de puesta a tierra de los apoyos será el adecuado para garantizar la detección de un defecto franco a tierra de la línea.

#### 1.8.5.1 PUESTA A TIERRA.

Las puestas a tierra se realizarán teniendo presente lo que al respecto se especifica en ITC-LAT 07 de R.L.A.T. y el MT-2.23.35 ed. 03 de febrero de 2014

---

Los sistemas de puesta a tierra tienen que cumplir los siguientes requisitos:

4. Resistir los esfuerzos mecánicos y la corrosión
5. Resistir, desde un punto de vista térmico, la corriente de falta más elevada determinada en el cálculo.
6. Garantizar la seguridad de las personas con respecto a tensiones que aparezcan durante una falta a tierra en los sistemas de puesta a tierra.
7. Proteger de daños a propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad de la línea

Estos requisitos dependen fundamentalmente de:

- c) Método de puesta a tierra del neutro de la red: neutro aislado, neutro puesto a tierra mediante impedancia o neutro rígido a tierra.
- d) Del tipo de apoyo en función de su ubicación: apoyos frecuentados y apoyos no frecuentados y del material constituyente del apoyo: conductor o no conductor.

Los apoyos que alberguen las botellas terminales de paso aéreo-subterráneo cumplirán los mismos requisitos que el resto de apoyos en función de su ubicación.

**Los apoyos que alberguen aparatos de maniobra cumplirán los mismos requisitos que los apoyos frecuentados**, exclusivamente a efectos de su diseño de puesta a tierra. Los apoyos que soporten transformadores cumplirán el RAT.

El sistema de puesta a tierra está constituido por uno o varios electrodos de puesta a tierra enterrados en el suelo y por la línea de tierra que conecta dichos electrodos a los elementos que deban quedar puestos a tierra.

Los electrodos de puesta a tierra se dispondrán de las siguientes formas:

- c) Electrodos horizontales de puesta a tierra constituidos por cables enterrados, desnudos, de cobre de 50 mm<sup>2</sup>, dispuestos en forma de bucles perimetrales.
- d) Picas de tierra verticales, de acero cobrizado de 14 mm de diámetro, y de 1,5 metros de longitud, que podrán estar formadas por elementos empalmables.

Para apoyos situados en zonas frecuentadas, la resistencia no será superior a 50 ohmios y dispondrán de chapas anti escaló.

Para apoyos situados en zonas no frecuentadas, la resistencia no será superior a 230 ohmios y dispondrán de chapas anti escaló.

Todos los apoyos de material conductor o de hormigón armado deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica.

Los apoyos de material no conductor no necesitan tener puesta a tierra.

Además, todos los apoyos frecuentados, salvo los de material aislante, deben ponerse a tierra.

La conexión a tierra de los pararrayos instalados en apoyos no se realizara ni a través de la estructura del apoyo metálico ni de las armaduras, en el caso de apoyos de hormigón armado.

Los chasis de los aparatos de maniobra podrán ponerse a tierra a través de la estructura del apoyo metálico.

Para poder identificar los apoyos en los que se debe garantizar los valores admisibles de las tensiones de contacto, en la ITC-LAT 07 del RLAT se establece la clasificación de los apoyos según su ubicación en apoyos frecuentados y apoyos no frecuentados.



a) Apoyos Frecuentados. Son los situados en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente: donde se espere que las personas se queden durante tiempo relativamente largo, algunas horas al día durante varias semanas, o por un tiempo corto pero muchas veces al día, por ejemplo, cerca de áreas residenciales o campos de juego. Los lugares que solamente se ocupan ocasionalmente, como bosques, campo abierto, campos de labranza, etc., no están incluidos.

b) Apoyos No Frecuentados. Son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.

#### 1.8.5.1.1 PUESTA A TIERRA DE APOYOS NO FRECUENTADOS.

El electrodo a emplear para su utilización en el caso de líneas aéreas con **apoyos no frecuentados**, tal como especifica el apartado 7.3.4.3 de la ITC LAT-07 del RLAT, proporcionara un valor de la resistencia de puesta a tierra lo suficientemente bajo para garantizar la actuación de las protecciones en caso de defecto a tierra. Dicho valor, véase tabla 4 del MT citado, se podrá conseguir mediante la utilización de una sola pica de acero cobrizado de 1,5 m de longitud y 14 mm de diámetro, enterrado como mínimo a 0,5 m de profundidad. Si no es posible alcanzar, mediante una sola pica, se añadirán picas al electrodo enterrado, siguiendo la periferia del apoyo, hasta completar un anillo de cuatro picas, añadiendo, si es necesario a dicho anillo, picas en hilera de igual longitud, separadas 3 m entre sí. El conductor de unión entre picas será de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Valores máximos de la resistencia a tierra en apoyos no frecuentados	
Tensión nominal de la red Un (kV)	Máximo valor de la resistencia de puesta a tierra ( $\Omega$ )
13,2	150
15	175
20	230

Tabla 13. Valores máximos de la resistencia a tierra en apoyos no frecuentados, según MT 2.23.35.

#### 1.8.5.1.2 PUESTA A TIERRA DE APOYOS FRECUENTADOS.

La configuración tipo del electrodo a emplear para su utilización en el caso de líneas aéreas con **apoyos frecuentados con calzado** será la de un bucle perimetral con la cimentación, cuadrado, a una distancia horizontal de 1m. como mínimo, formado por conductor de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección, enterrado como mínimo a 0,5 m de profundidad, al que se conectaran en cada uno de sus vértices cuatro picas de acero cobrizado de 1,5 m de longitud y 14 mm de diámetro. En todo caso la resistencia de puesta a tierra presentada por el electrodo, en ningún caso debe ser superior a 50 ohmios. Si no es posible alcanzar este valor, mediante la configuración tipo, y hasta conseguir los 50 ohmios, se añadirá, a dicha configuración, picas en hilera, de igual longitud, separadas 3 m entre sí.

Tipos de electrodos utilizados en líneas aéreas con apoyos frecuentados con calzado		
Dimensiones de la cimentación a (m) x b (m)	Dimensiones del electrodo (m)	Designación del electrodo
0,6 x 0,6	2,6 x 2,6	CPT-LA-26 / 0,5
0,8 x 0,8	2,8 x 2,8	CPT-LA-28 / 0,5
1 x 1	3 x 3	CPT-LA-30 / 0,5
1,2 x 1,2	3,2 x 3,2	CPT-LA-32 / 0,5
1,4 x 1,4	3,4 x 3,4	CPT-LA-34 / 0,5
1,6 x 1,6	3,6 x 3,6	CPT-LA-36 / 0,5
1,8 x 1,8	3,8 x 3,8	CPT-LA-38 / 0,5
2 x 2	4 x 4	CPT-LA-40 / 0,5
2,2 x 2,2	4,2 x 4,2	CPT-LA-42 / 0,5
2,4 x 2,4	4,4 x 4,4	CPT-LA-44 / 0,5
2,6 x 2,6	4,6 x 4,6	CPT-LA-46 / 0,5
2,8 x 2,8	4,8 x 4,8	CPT-LA-48 / 0,5
3 x 3	5 x 5	CPT-LA-50 / 0,5

Tabla 14. Tipos de electrodos utilizados en líneas aéreas con apoyos frecuentados con calzado, según MT 2.23.35.

### 1.9 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

Durante el diseño y la ejecución de la línea, las disposiciones de aseguramiento de la calidad, deben seguir los principios descritos en la norma UNE-EN ISO 9001. Los sistemas y procedimientos, que el proyectista y/o contratista de la instalación utilizarán, para garantizar que los trabajos del proyecto cumplan con los requisitos del mismo, deben ser definidos en el plan de calidad del proyectista y/o del contratista de la instalación para los trabajos del proyecto.

Cada plan de calidad debe presentar las actividades en una secuencia lógica, teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) Una descripción del trabajo propuesto y del orden del programa.
- b) La estructura de la organización para el contrato, así como la oficina principal y cualquier otro centro responsable de una parte del trabajo.
- c) Las obligaciones y responsabilidades asignadas al personal de control de calidad del trabajo.
- d) Puntos de control de la ejecución y notificación.
- e) Presentación de los documentos de ingeniería requeridos por las especificaciones del proyecto.
- f) La inspección de los materiales y sus componentes a su recepción.
- g) La referencia a los procedimientos de aseguramiento de la calidad para cada actividad.
- h) Inspección durante la fabricación / construcción.
- i) Inspección final y ensayos.

El plan de garantía de aseguramiento de la calidad, es parte del plan de ejecución de un proyecto o una fase del mismo.

### 1.10 RELACIÓN DE FINCAS AFECTADAS.

Las fincas afectadas por esta línea son las particulares de ubicación de las instalaciones.

Elche, Septiembre de 2020

El autor del proyecto

Fdo. Jerónimo Benito Crouseilles



## 2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

Para la determinación del conductor se efectuará la siguiente toma de datos:

### Potencia a transportar

Se precisa el suministro de energía en el polígono industrial de Pinoso.

El suministro a las naves será en baja tensión 400 V/ B2 y alta tensión 20000 V.

La potencia demandada por cada parcela y sus características de suministro son:

DESTINO	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	ELECTRIFICACION (W/m <sup>2</sup> )	POTENCIA (W)	TENSIÓN (V)
N1	4000	125	500000	20000
N2	400	125	50000	400
N3	400	125	50000	400
N4	400	125	50000	400
N5	700	125	87500	400
N6	400	125	50000	400
N7	400	125	50000	400
N8	400	125	50000	400
N9	400	125	50000	400
N10	4000	125	500000	20000
N11	400	125	50000	400
N12	400	125	50000	400
N13	400	125	50000	400
N14-VE	700	Carga vehículo eléctrico	100000	400
N15	400	125	50000	400
N16	400	125	50000	400
N17	400	125	50000	400
N18	400	125	50000	400
Alumbrado			12000	400
<b>POTENCIA TOTAL DEMANDADA EN BAJA TENSIÓN</b>			<b>899 500 W</b>	
<b>POTENCIA TOTAL DEMANDADA EN ALTA TENSIÓN</b>			<b>1 000 000 W</b>	
<b>POTENCIA TOTAL DEMANDADA POR EL POLÍGONO</b>			<b>1 899 500 W</b>	

Tabla 15. Potencia demandada en parcelas.

Las líneas de alta tensión deberán tener una capacidad de transporte de 1899,5 kW.

Para resolver esta demanda de potencia se instalarán tres transformadores.

4. Centro de transformación de cliente (CTC 1) de 630 kVA.
5. Centro de transformación de cliente (CTC 2) de 630 kVA.
6. Centro de transformación de distribución en envolvente prefabricada de superficie (CTS) de 630 kVA

## 2.1 CALCULOS ELECTRICOS.

### 2.1.1 POTENCIA MÁXIMA DE TRANSPORTE.

#### LÍNEA AÉREA

Potencia a transportar

Para resolver esta incidencia se consulta el MT 2.03.20 ed.11 de mayo de 2019 **Especificaciones particulares para instalaciones de alta tensión (hasta 30 kV) y baja tensión.**

La incidencia de la potencia solicitada respecto a la red de alta tensión será:

$$PLMT \text{ (kVA)} = 0,85 \times \sum PCT \text{ (kVA)} = 0,85(630+630+630) = \mathbf{1606,5 \text{ kVA}}$$

La densidad máxima de corriente admisible en régimen permanente para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz se deduce del apartado 4.2 de la ITCLAT 07 del RLAT.

De la tabla 11 del indicado apartado, interpolando entre la sección inferior y superior a la del conductor en estudio, se tiene que para conductores de aluminio la densidad de corriente será:

$$\sigma_{Al} = 3,897 \text{ A/mm}^2$$

Teniendo presente la composición del cable (aluminio-acero), que es 6+1, el coeficiente de reducción (CR) a aplicar será de 0,937, con lo que la intensidad nominal del conductor será:

$$\sigma_{Al-ac} = \sigma_{Al} \cdot CR = 3,897 \cdot 0,937 = 3,651 \text{ A/mm}^2$$

Por lo tanto la intensidad máxima admisible es:

$$I_{max} = \sigma_{Al-ac} \cdot S = 3,651 \times 54,6 = 199,35 \text{ A}$$

La potencia máxima transportable por este conductor será:

$$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos\phi = 1,732 \times 20 \times 199,35 \times 1 = 6.905,5 \text{ kVA}$$

**Luego la capacidad de transporte de la línea es muy superior a la demandada.**

Tabla de características conductor aéreo	
Designación	47-AL1/8ST1A (LA56)
Sección de aluminio, mm <sup>2</sup>	46,8
Sección de acero, mm <sup>2</sup>	7,79
Sección total, mm <sup>2</sup>	54,6
Composición	6+1
Diámetro de los alambres, mm	3,15
Diámetro aparente, mm	9,45
Carga mínima de rotura, daN	1629
Módulo de elasticidad, daN/mm <sup>2</sup>	7900



Coeficiente de dilatación lineal, °C	0,0000191
Masa aproximada, kg/km	188,8
Resistencia eléctrica a 20°C, Ω/Km	0,6129
Reactancia, Ω/km.	0,404
Densidad de corriente 70 mm <sup>2</sup> , A/mm <sup>2</sup>	3,55
Densidad de corriente 54,6 mm <sup>2</sup> , A/mm <sup>2</sup>	3,8965
Coeficiente de reducción composición 6+1	0,937
Intensidad máxima admisible, A	199,35
Potencia máxima transportable, kVA	6905,5
Potencia máxima transportable, kW	6215

Tabla 16. Tabla de características principales del conductor aéreo, según MT 2.21.60.

### LÍNEA SUBTERRÁNEA

Potencia a transportar

Para resolver esta incidencia se consulta el MT 2.03.20 ed.11 de mayo de 2019 **Especificaciones particulares para instalaciones de alta tensión (hasta 30 kV) y baja tensión.**

La incidencia de la potencia solicitada respecto a la red de alta tensión será:

$$PLMT \text{ (kVA)} = 0,85 \times \sum PCT \text{ (kVA)} = 0,85(630+630+630) = \mathbf{1606,5 \text{ kVA}}$$

La capacidad de transporte de la línea HEPRZ-1, con un conductor por fase Al-12/20 kV de 3x240 mm<sup>2</sup> será:

Tabla de características conductor subterráneo	
Conductor	Aluminio compacto de sección circular
Aislamiento	Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo HEPR.
Cubierta exterior	Compuesto termoplástico a base de poli olefinas Z1
Conductor aislado	HEPRZ1
Nivel de aislamiento	12/20 kV
Sección conductor	240 mm <sup>2</sup> .
Sección de la pantalla	16 mm <sup>2</sup> .
Composición	3 unipolares agrupados en triángulo
Tipo de instalación.	Canalización entubada y hormigonada.
Temperatura ambiente del terreno	25 °C a 1 m.
Resistividad térmica del terreno	1,5 K.m/W
Tubo enterrado	PE 450N/160-3,5 K.m/W
Intensidad max. Adm. Bajo tubo	345 A
Intensidad de cortocircuito (1 S )	22,5 KA.
Resistencia a 105°C	0,169 Ω/km.
Reactancia	0,105 Ω/km.
Capacitancia	0,453 μF/km.
Temperatura máxima permanente	105 °C
Temperatura máxima en cortocircuito	t < 5 s 250 °C
Tensión compuesta U	20 kV
Cos φ	0,9
Potencia de cortocircuito (5 s)	350 MVA

Longitud de la línea	0,020 km.
Caída de tensión máxima $\Delta U\%$	5%
Constante de temperatura para el aluminio	$\alpha = 0,0040$

Tabla 17. Tabla de características del conductor subterráneo, según RLAT y MT 2.31.01.

Coefficientes de corrección del valor máximo de la intensidad máxima admisible en conductores enterrados bajo tubo:

Coefficiente de corrección de temperatura del terreno distinta de 25°	1
Coefficiente de corrección de resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K.m/W y tubo 3,5 K.m/W	1
Coefficiente de corrección por agrupamiento de máximo 3 tubos en contacto	0,7
Coefficiente de corrección de profundidad de enterramiento distinta a 1 m.	1
<b>Coefficiente total de instalación</b>	<b>0,7</b>

Tabla 18. Factores de corrección de la intensidad máxima admisible, según ITC-LAT-06

La potencia máxima transportable por este conductor en este tramo será:

$$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos\varphi \times C_t = 1,732 \times 20 \times 345 \times 1 \times 0,7 = \mathbf{8365,56 \text{ kVA.}}$$

**Luego la capacidad de transporte de la línea es muy superior a la demandada.**

## 2.1.2 RESISTENCIA DEL CONDUCTOR.

### Línea aérea

La reactancia kilométrica de la línea, se calcula empleando la siguiente expresión:

$$X = \omega \cdot L = 2\pi f L \quad \Omega/\text{km.}$$

Y sustituyendo, L coeficiente de autoinducción, por la expresión:

$$L = (0,5 + 4,605 \text{ Log } D/r) \cdot 10^{-4} \text{ H/km.}$$

$$\text{Se obtiene: } X = 2 \pi f (0,5 + 4,605 \text{ Log } D/r) \cdot 10^{-4} \quad \Omega/\text{km.}$$

Donde:

X = Reactancia aparente en  $\Omega/\text{km}$

f = Frecuencia de la red en hercios = 50.

D = Separación media geométrica entre conductores en milímetros.

r = Radio del conductor en milímetros.

El valor D se determina a partir de las distancias entre conductores  $d_{12}$ ,  $d_{23}$  y  $d_{13}$ , que proporcionan las crucetas elegidas, representadas en los planos, y cuyo esquema es (MT 2.21.60 ed 06 mayo de 2019):



$$D = \sqrt[3]{d_{12} \cdot d_{23} \cdot d_{13}}$$

Separación entre conductores m	Tipo de Cruceta	$d_{12}$ mm	$d_{23}$ mm	$d_{13}$ mm	D mm	L H/km	X $\Omega/\text{km}$
1	Recta	1000	1000	2000	1260	0,001167	0,3667
1,25	Recta	1250	1250	2500	1575	0,001212	0,3807
1,5	Recta	1500	1500	3000	1890	0,001248	0,3921
2	R o Bov	2000	2000	4000	2520	0,001306	0,4102
1,75	Bov-poste	1750	1750	3456	2196	0,001278	0,4016
2	Bov-poste	2000	2000	3715	2459	0,001301	0,4087

Figura 6. Separación entre conductores para el cálculo de la reactancia aparente, según MT 2.21.60.

La cruceta elegida para los apoyos de final de línea es recta de 1,5 m por lo que:

$$X = 0,3921 \Omega/\text{km}$$

### 2.1.3 INTENSIDAD.

La intensidad demandada por la instalación se determinará por la fórmula:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}xU} = \frac{1606,5}{1,732x20} = 46,38 \text{ A}$$

TRAMO	POTENCIA (kVA)	TENSIÓN (kV)	LONGITUD (m)	INTENSIDAD (A)
LSAT 1	1.606,50	20	12	46,38
LSAT 2	de paso	20	95	desconocida
LSAT 3	1606,5	20	184	46,38
LSAT 4	abierto el anillo	20	184	0,00
LSAT 5	555,5	20	164	16,04
LSAT 6	555,5	20	164	16,04

Tabla 19. Resumen de valores de las distintas líneas de alta tensión.

La intensidad máxima admisible en el conductor, aun siendo afectado por los coeficientes más severos, **es muy superior a la intensidad demandada en estas instalaciones interiores.**

La carga externa no la podemos contemplar al ignorarla y es la transportada por LSAT1 y LSAT 2.

No obstante la distribuidora ha dado el punto de entronque en esta red.

#### 2.1.4 CAÍDA DE TENSIÓN.

#### LINEA AÉREA

La caída de tensión por resistencia y reactancia de la línea (despreciando la influencia de la capacidad y la perdictancia) viene dada por la fórmula:

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

Donde:

$\Delta U$  = Caída de la tensión compuesta, expresada en V

I = Intensidad de la línea en A

X = Reactancia por fase en  $\Omega/\text{km}$

R = Resistencia por fase 0,6129  $\Omega/\text{km}$

$\varphi$  = Angulo de desfase= 25,842°

$\text{Cos}\varphi = 0,9$

L = Longitud de la línea en kilómetros.

Teniendo en cuenta que:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \text{Cos}\varphi}$$

Donde:

S = potencia transportada en kVA (1606,5 kVA)

P = Potencia transportada en kW.

U = Tensión compuesta de la línea en kV.

La caída de tensión en tanto por ciento de la tensión compuesta es:

$$\Delta U(\%) = \frac{100 \cdot \Delta U}{U} = \frac{P \cdot L \cdot (R + X \cdot \operatorname{tg} \varphi)}{10 \cdot U^2}$$

La caída de tensión en función del momento eléctrico PL, para  $\operatorname{Cos} \varphi = 0,9$ , tensión nominal de 20 kV.

$U_n$ (kV)	$\Delta U$ (%)	PL (kW.km)
20	5	24.748

Tabla 20. Caída de tensión en función del momento eléctrico PL,  $\operatorname{cos} \varphi$  y tensión nominal, según MT 2.21.60.

La longitud máxima de la línea para la potencia demandada será:

$$L = \frac{PL}{S_x \operatorname{cos} \varphi} = 17.11 \text{ km}$$

## LÍNEA SUBTERRANEA

En el tramo enterrado será:

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

$$\operatorname{Cos} \varphi = 0,9 \quad \varphi = 25,8419$$

$$R \cdot \operatorname{Cos} \varphi + X \cdot \operatorname{sen} \varphi = 0,169 \cdot 0,9 + 0,105 \cdot 0,4359 = 0,1978 \text{ a la temperatura de referencia de } 105^\circ\text{C}$$

Tramo	Potencia (kVA)	Intensidad	Longitud (m)	Caída de tensión	C%
LSMT 1	1.606,50	46,38	12	0,19	0,0010
LSMT 2	línea de paso	desconocida	95		
LSMT 3	1606,5	46,38	184	2,92	0,0146
LSMT 4	anillo abierto	0	184	0,00	
LSMT 5	555,5	16,06	164	0,90	0,0045
LSMT 6	555,5	16,06	164	0,90	0,0045

Tabla 21. Resumen de valores de las distintas líneas de alta tensión.

**La caída de tensión en los tramos subterráneos es despreciable.**

### 2.1.5 PERDIDA DE POTENCIA.

La pérdida de potencia para la potencia máxima demandada en la red subterránea será:

$$\Delta P = 3 \times I^2 \times R \times L \text{ en vatios}$$

$$R = \text{Resistencia por fase en } \Omega/\text{km} = 0,169$$



La pérdida de potencia en % será:

Tramo	Potencia (kW)	Intensidad (A)	Longitud (m)	Pérdida de potencia (W)	P%
LSAT 1	1.445,85	46,38	12	13,09	0,0009
LSAT 2	línea de paso	desconocida	95		
LSAT 3	1445,85	46,38	184	200,67	0,0139
LSAT 4	anillo abierto	0	184		
LSAT 5	500	16,04	164	21,39	0,0043
LSAT 6	500	16,04	164	21,39	0,0043

*Tabla 22. Resumen de los valores de pérdida de potencia para las distintas líneas de alta tensión.*

**La pérdida de potencia en los tramos subterráneos es despreciable.**

Campos Electromagnéticos:

El campo magnético producido por los conductores de la línea, para las distintas configuraciones empleadas viene indicado en el documento referenciado como IBDE-CEM LLAA y RS - 3-2017, donde se puede comprobar que su valor es muy inferior al límite especificado de 100  $\mu$ T, según RD 1066/2001 de 28 de septiembre (MT2.31.01 de mayo de 2019).

## 2.2 CALCULOS MECANICOS LAAT.

El cálculo mecánico del conductor se realiza teniendo en cuenta las condiciones siguientes:

- Que el coeficiente de seguridad a la rotura, sea como mínimo igual a 3 en las condiciones atmosféricas que provoquen la máxima tracción de los conductores, además, el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales.
- Que la tracción de trabajo de los conductores a 15 °C sin ninguna sobrecarga, no exceda del 15% de la carga de rotura EDS (tensión de cada día, Every Day Stress).
- Cumpliendo las condiciones anteriores se contempla una tercera, que consiste en ajustar los tenses máximos a valores inferiores y próximos a los esfuerzos nominales de apoyos normalizados.

Para las tres zonas reglamentarias se establece una tracción mecánica del conductor a 15°C, sin sobrecarga de 244,35 daN, valor equivalente al 15% de la carga de rotura. A efectos de tracción máxima se establece el valor máximo de 485 daN en zona A y **530 daN en zonas B y C** con lo que se garantiza un coeficiente de seguridad de 3,36 y 3,07 respectivamente. Para líneas de pequeña longitud y con ángulos fuertes se adopta el tense reducido de 225 daN.

Condiciones para Zona B (superior a 500 m).

ZONA B					
Hipótesis	VIENTO				
Tracción Máxima	Presión daN/m <sup>2</sup>	Sobrecarga daN/m	Peso daN/m	Peso + sobrecarga daN/m	Temperatura °C
	60	0,567	0,185	0,596	-10
Flecha máx. Viento	60	0,567	0,185	0,596	15
Flecha máx. Calma			0,185		85
Hipótesis	HIELO				
Tracción Máxima 530	Sobrecarga $0,18 \cdot \sqrt{d}$ daN/m	Peso daN/m	Peso + sobrecarga daN/m	Temperatura °C	
	0,553	0,185	0,739	-15	
Flecha máx. Hielo	0,553	0,185	0,739	0	

Tabla 23. Cálculos mecánicos LAAT, según MT 2.21.60.

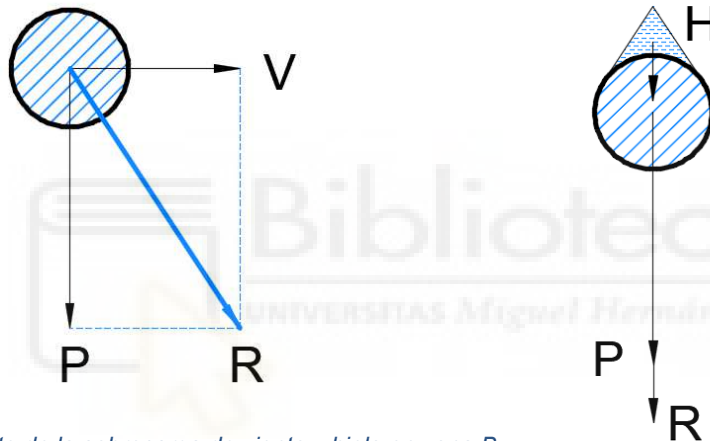


Figura 7. Resultante de la sobrecarga de viento y hielo en zona B.

### 2.2.1 CALCULO DE LOS APOYOS.

Los apoyos a utilizar en los entronques A/S serán metálicos de **celosía con cruceta recta y amarre de conductores de 1,5m (Bc)**.

Las cargas permanentes serán las referentes a los pesos de todos los elementos y del conductor con la sobrecarga correspondiente.

El esfuerzo que deberá soportar el apoyo será el mismo que el de los apoyos de alineación, y además el esfuerzo longitudinal (desequilibrio) equivalente al 100% de las tracciones unilaterales de todos los conductores en condiciones de viento o hielo reglamentario.

Las cargas transversales serán las debidas al viento.

Se considera los efectos que produce la rotura de un conductor.

Bc= brazo de cruceta. Distancia desde el eje del apoyo al extremo de cruceta donde se sujeta el conductor.

Máximo brazo que cumple la rotura de conductores 3,96 m.

<b>Apoyo con cruceta bóveda y Fin de Línea</b>					
<b>Tracción Máxima: 485 daN-Zona A</b>			<b>Tracción Máxima: 530 daN - Zonas B y C</b>		
Tipo de apoyos	Celosía	Bc, m	Tipo de apoyos	Celosía	Bc, m
Seguridad Normal	C-2000	4,33	Seguridad Normal	C-3000	3,96
Seguridad Reforzada	C-3000	4,33	Seguridad Reforzada	C-3000	3,96
<b>Apoyo con cruceta recta y Fin de Línea</b>					
Seguridad Normal	C-2000	4,33	Seguridad Normal	C-2000	3,96
Seguridad Reforzada	C-2000	4,33	Seguridad Reforzada	C-2000	3,96
<b>Tracción Máxima: 225 daN – Zonas A, B y C</b>					
<b>Apoyo con cruceta bóveda y Fin de línea</b>			<b>Apoyo con cruceta recta y Fin de Línea</b>		
Seguridad Normal	C-1000	4,67	Seguridad Normal	C-1000	4,67
Seguridad Reforzada	C-2000	9,33	Seguridad Reforzada	C-1000	4,67

(\*) Armado recomendado.

Tabla 24. Guía de utilización de apoyos, según MT 2.21.60.

**Para los dos apoyos de fin de línea se elige C-2000 de 12 m de altura.**

## 2.2.2 CÁLCULOS DE LAS CRUCETAS.

Designación	Casos de carga	Carga de trabajo más sobrecarga, en daN			Coeficiente de seguridad	Carga de ensayo, en daN			Tiempo de ensayo, en segundos
		V	L	T		V	L	T	
RC2 y SC2	A	650		1500	1,50	975		2250	60
	B	650	1500			975	2250		

Tabla 25. Crucetas rectas para apoyos de celosía. Esfuerzos nominales y casos de carga, por punto de fijación conductor, según MT 2.21.60

Mt 2.21.60. ed 06 de mayo de 2019. En esta edición se descatalogan las RC1

En los entronques aéreo-subterráneos se emplearán crucetas rectas **RC2-15-S y cadenas de amarre.**

Los vanos máximos admisibles que son capaces de soportar, por cargas verticales, las crucetas elegidas

**Crucetas bóveda o crucetas rectas para apoyos de celosía, de hormigón o de chapa**

CONDUCTOR 47-AL1/8-ST1A (LA 56) -TENSE LIMITE ESTATICO DINAMICO												
Zona B (Altitud entre 500 y 1000 m)												
Angulo desviación de la traza, $\alpha$	Vano máximo, en función del ángulo y del vano de regulación											
	Cruceta Bóveda o Recta con separación entre conductores de:											
	1,50 m con cadenas de amarre				1,25 m con cadenas de amarre				1,00 m con cadenas de amarre			
	Vano de regulación, m				Vano de regulación, m				Vano de regulación, m			
	120	130	140	150	90	100	110	120	65	70	80	90
0	132,3	134,4	136,3	137,9	100,0	102,8	105,1	107,1	69,3	71,0	74,0	76,5
5	132,2	134,3	136,1	137,7	99,9	102,7	105,0	107,0	69,2	70,9	73,9	76,4
10	131,7	133,9	135,7	137,3	99,6	102,3	104,6	106,6	69,0	70,7	73,7	76,1
15	131,0	133,1	134,9	136,5	99,0	101,7	104,1	106,1	68,6	70,3	73,2	75,7
20	130,0	132,1	133,9	135,5	98,2	100,9	103,2	105,2	68,0	69,7	72,6	75,1
25	128,7	130,8	132,6	134,1	97,2	99,9	102,2	104,1	67,3	69,0	71,8	74,3
30	127,2	129,2	131,0	132,5	96,0	98,7	100,9	102,8	66,4	68,1	70,9	73,3
35	125,3	127,3	129,1	130,6	94,6	97,2	99,4	101,3	65,4	67,0	69,8	72,1
40	123,2	125,2	126,9	128,4	92,9	95,5	97,7	99,5	64,2	65,8	68,5	70,8
45	120,8	122,8	124,4	125,9	91,1	93,6	95,7	97,5	62,8	64,4	67,1	69,3
50	118,2	120,1	121,7	123,1	89,0	91,5	93,5	95,3	61,3	62,8	65,5	67,7
55	115,2	117,1	118,7	120,1	86,7	89,1	91,2	92,9	59,7	61,2	63,7	65,9
60	112,1	113,9	115,4	116,8	84,3	86,6	88,6	90,3	57,9	59,3	61,8	63,9
65	108,6	110,4	111,9	113,2	81,6	83,8	85,8	87,4	56,0	57,3	59,7	61,8
70	105,0	106,7	108,1	109,4	78,7	80,9	82,8	84,3	53,9	55,2	57,5	59,5
75	101,1	102,7	104,1	105,3	75,7	77,8	79,6	81,1	51,7	53,0	55,2	57,0
80	97,0	98,5	99,9	101,0	72,5	74,5	76,2	77,7	49,4	50,6	52,7	54,5
85	92,6	94,1	95,4	96,5	69,1	71,0	72,6	74,0	46,9	48,1	50,1	51,8
90	88,0	89,5	90,7	91,8	65,6	67,4	68,9	70,2	44,3	45,4	47,3	48,9

Tabla 26. Determinación del ángulo de desviación de la traza, vano de regulación y el vano máximo de separación entre conductores en función de la separación de conductores, según MT 2.21.60.

Los vanos que soportan los apoyos de entronque son:

EAS 1 vano 1= 26 m

EAS 2 vano 2= 51 m

**Luego las crucetas elegidas cumplen.**

### 2.2.3 DISTANCIAS DE SEGURIDAD EN LAS CRUCETAS.

Ver apartado 1.8.3.

Los valores de las distancias entre conductores en amarre de los apoyo del A/S 1 y A/S 2:

Entronque A/S 2  $\alpha = 0^\circ$  sale en perpendicular. No se reduce la distancia en la cruceta.

Entronque A/S 1 viene con un ángulo de  $66^\circ$ . El ángulo de desviación de la traza es el complementario.

$\alpha = 24^\circ$

$D' = D \cos 24 = 150 \times 0,913545 = 137,03 \text{ cm}$ . Todo el ángulo de desviación de la traza lo absorbe una salida por tanto  $\alpha/2$  se convierte en  $\alpha$ .

### Distancia válida en el apoyo de amarre-fin de línea del A/S 2

#### 2.2.3.1 DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES.

Las flechas máximas según la distancia de los conductores en la salida de las crucetas de amarre serán:

Ver apartado 1.8.3.1.

**La flecha máxima admisible del vano1 AS1 será <3,25 m.**

**La flecha máxima admisible del vano2 AS2 será <4,08 m.**

**Las distancias entre conductores que obtenemos con las crucetas elegidas son muy favorables con respecto a la flecha máxima admisible en un vano corto.**

#### 2.2.4 TABLA DE TENDIDO, FLECHAS Y TENSIONES.

La flecha máxima, para el entronque AS2 (el más largo), se obtiene en la hipótesis de 85°C que es de 1 m, muy inferior a la admisible.

**Luego la cruceta cumple la distancia entre conductores por flecha máxima admisible en cualquier hipótesis.**

**La tensión máxima** se tiene en la hipótesis de -15°C+hielo que es 530 daN < a 1/3 la carga de rotura (1629/3 daN). **Luego cumple la condición.**

**La tensión a 15°C** es de 226 daN< al 15% de la carga de rotura (1629\*15%=244,35 daN). **Luego cumple la condición.**

**Las condiciones establecidas para apoyos, crucetas, conductores, tenses, flechas, vanos, aisladores, puesta a tierra y accesorios cumplen el RLAT y la Normativa Particular de i-DE.**



TABLA DE TENDIDO (FLECHAS Y TENSIONES) - Zona B (Altitud entre 500 y 1000 m)																																		
CONDUCTOR 47-AL1/8-ST1A (LA 56) - TENSE LÍMITE ESTÁTICO DINÁMICO																																		
T = Tensión, en daN		V = Hipótesis de Viento		Peso, daN/m = 0,185				Diámetro, mm = 9,45				Cr = Carga Rotura, daN = 1629																						
F = Flecha, en m		V/2 = Hipótesis de Viento		Peso + sobrecarga de viento, daN/m = 0,596				Sección, mm <sup>2</sup> = 54,6				Tensión máxima, daN = 530																						
CS = Coeficiente de Seguridad		con presión mitad		Peso + sobrecarga viento mitad, daN/m = 0,339				Coeficiente dilatación lineal, /°C = 0,0000191				CS. Mínimo = 3,07																						
ar = Vano de regulación, en m.		H = Hipótesis de Hielo		Peso + sobrecarga hielo, daN/m = 0,739				Módulo de elasticidad, daN/mm <sup>2</sup> = 7900				EDS máximo = 13,77																						
ar	Tensión				Flechas								Parámetro		Oscilación		Tabla de tendido														A			
	Máxima				Máxima				Mínima				Catenaria		de cadenas		Temperatura en °C																	
	-15° C+H		-10° C+V		85° C		15 °C+V		0° C +H		-15° C		Flecha		-10° C+V/2		40		35		30		25		20		15		EDS			10		5
T	CS.	T	CS.	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	Máx.	Mín.	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	% Cr	T	F	T	F
50	530	3,1	473	3,4	59	0,98	337	0,55	444	0,52	450	0,13	319	2432	429	0,25	112	0,52	127	0,46	145	0,40	168	0,34	195	0,30	226	0,26	13,9	260	0,22	296	0,20	50
60	530	3,1	468	3,5	67	1,24	348	0,77	453	0,73	417	0,20	364	2252	408	0,37	116	0,72	128	0,65	143	0,58	161	0,52	183	0,46	208	0,40	12,8	238	0,35	270	0,31	60
70	530	3,1	464	3,5	75	1,52	357	1,02	461	0,98	380	0,30	404	2051	386	0,54	119	0,95	129	0,88	141	0,81	155	0,73	172	0,66	193	0,59	11,8	217	0,52	245	0,46	70
80	530	3,1	459	3,5	81	1,83	366	1,31	469	1,26	341	0,44	438	1839	365	0,74	121	1,22	130	1,14	139	1,06	151	0,98	164	0,90	181	0,82	11,1	200	0,74	222	0,67	80
90	530	3,1	456	3,6	87	2,16	373	1,62	475	1,57	302	0,62	468	1631	346	0,99	123	1,52	130	1,44	138	1,36	147	1,27	158	1,18	171	1,10	10,5	186	1,01	203	0,92	90
100	530	3,1	452	3,6	92	2,53	379	1,97	481	1,92	267	0,87	495	1443	330	1,28	125	1,86	131	1,77	137	1,69	145	1,60	154	1,51	164	1,41	10,1	175	1,32	189	1,23	100
110	530	3,1	449	3,6	96	2,93	384	2,35	486	2,30	239	1,17	517	1289	316	1,62	126	2,23	131	2,14	137	2,05	143	1,96	150	1,87	158	1,77	9,7	168	1,67	178	1,57	110
120	530	3,1	447	3,6	100	3,35	389	2,76	491	2,71	217	1,54	537	1170	305	2,00	127	2,63	131	2,54	136	2,45	141	2,36	147	2,26	154	2,16	9,5	162	2,06	170	1,96	120
130	530	3,1	445	3,7	103	3,81	393	3,21	494	3,16	200	1,96	555	1081	296	2,42	128	3,07	131	2,98	136	2,89	140	2,79	145	2,69	151	2,59	9,3	157	2,49	164	2,39	130
140	530	3,1	443	3,7	106	4,30	396	3,69	498	3,64	188	2,41	570	1015	289	2,87	128	3,54	132	3,45	135	3,36	139	3,26	144	3,16	148	3,06	9,1	153	2,96	159	2,85	140
150	530	3,1	442	3,7	108	4,83	399	4,20	501	4,15	179	2,92	583	965	283	3,37	129	4,05	132	3,96	135	3,86	138	3,76	142	3,67	146	3,56	9,0	151	3,46	155	3,36	150
160	530	3,1	440	3,7	110	5,38	402	4,75	503	4,70	172	3,45	595	927	278	3,90	129	4,59	132	4,50	135	4,40	138	4,30	141	4,20	145	4,10	8,9	148	4,00	152	3,89	160
170	530	3,1	439	3,7	112	5,97	404	5,34	506	5,28	166	4,03	606	898	274	4,47	130	5,17	132	5,07	135	4,98	137	4,88	140	4,78	143	4,68	8,8	146	4,57	150	4,47	170
180	530	3,1	438	3,7	114	6,60	406	5,95	508	5,90	162	4,64	615	874	271	5,07	130	5,78	132	5,69	134	5,59	137	5,49	139	5,39	142	5,29	8,7	145	5,18	148	5,08	180
190	530	3,1	437	3,7	115	7,25	408	6,60	510	6,55	158	5,28	623	855	268	5,72	130	6,43	132	6,33	134	6,23	136	6,13	139	6,03	141	5,93	8,7	144	5,83	146	5,72	190
200	530	3,1	436	3,7	117	7,94	410	7,29	511	7,24	155	5,97	631	839	265	6,39	130	7,11	132	7,01	134	6,92	136	6,82	138	6,71	140	6,61	8,6	143	6,51	145	6,40	200
210	530	3,1	436	3,7	118	8,67	411	8,01	513	7,96	153	6,68	637	826	263	7,11	131	7,83	132	7,73	134	7,63	136	7,53	138	7,43	140	7,33	8,6	142	7,22	144	7,12	210
220	530	3,1	435	3,7	119	9,43	412	8,77	514	8,71	151	7,43	643	815	261	7,85	131	8,58	132	8,48	134	8,38	136	8,28	137	8,18	139	8,08	8,5	141	7,97	143	7,87	220
230	530	3,1	434	3,7	120	10,22	414	9,56	515	9,50	149	8,22	648	806	260	8,64	131	9,37	132	9,27	134	9,17	135	9,07	137	8,97	138	8,86	8,5	140	8,76	142	8,65	230
240	530	3,1	434	3,8	121	11,05	415	10,38	516	10,33	148	9,04	653	798	258	9,46	131	10,19	132	10,09	134	9,99	135	9,89	137	9,79	138	9,69	8,5	139	9,58	141	9,48	240
250	530	3,1	434	3,8	122	11,92	416	11,24	517	11,19	146	9,90	658	791	257	10,31	131	11,05	132	10,95	134	10,85	135	10,75	136	10,65	138	10,54	8,4	139	10,44	140	10,33	250

Tabla 27. Tabla de tendido zona B, según MT 2.21.60.



## 2.2.5 REPRESENTACIÓN DE LA CATENARIA.

La curva se podrá representar con la expresión:

$$F = a \left[ \cosh \left( \frac{X}{a} \right) - 1 \right]$$

F= valor de la flecha en m, valor máximo en la hipótesis de 85°C (solo peso)

a= parámetro de la catenaria= T/P

T= tense de la línea según la hipótesis de zona (daN)=59,8 daN a 85°C

P= peso del conductor + sobrecarga según la hipótesis de zona (daN/m) =0,185 daN/m

X= valor del semivano= d/2.

Se introduce la expresión de la catenaria en una hoja de cálculo, dándole valores al semivano, al tense en la hipótesis de temperatura a 85°C (la más desfavorable para la flecha) y al peso a esta temperatura que no presenta sobrecarga.

Resultado para vano 2.

FLECHA	X	TENSE	PESO	a
1,006	-25,5	59,8	0,185	323,24
0,891	-24	59,8	0,185	323,24
0,682	-21	59,8	0,185	323,24
0,501	-18	59,8	0,185	323,24
0,348	-15	59,8	0,185	323,24
0,223	-12	59,8	0,185	323,24
0,125	-9	59,8	0,185	323,24
0,056	-6	59,8	0,185	323,24
0,014	-3	59,8	0,185	323,24
0,000	0	59,8	0,185	323,24
0,014	3	59,8	0,185	323,24
0,056	6	59,8	0,185	323,24
0,125	9	59,8	0,185	323,24
0,223	12	59,8	0,185	323,24
0,348	15	59,8	0,185	323,24
0,501	18	59,8	0,185	323,24
0,682	21	59,8	0,185	323,24
0,891	24	59,8	0,185	323,24
1,006	25,5	59,8	0,185	323,24

Tabla 28. Valores de la catenaria 2.

La representación de la curva se efectuará en cad a partir de los valores obtenidos.

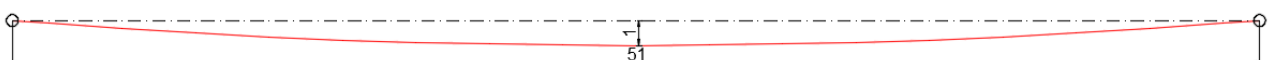


Figura 8. Representación de la curva de la catenaria 2.

Resultado para vano 1

FLECHA	X	TENSE	PESO	a
0,261	-13	59,8	0,185	323,24
0,223	-12	59,8	0,185	323,24
0,155	-10	59,8	0,185	323,24
0,099	-8	59,8	0,185	323,24
0,056	-6	59,8	0,185	323,24
0,025	-4	59,8	0,185	323,24
0,006	-2	59,8	0,185	323,24
0,000	0	59,8	0,185	323,24
0,006	2	59,8	0,185	323,24
0,025	4	59,8	0,185	323,24
0,056	6	59,8	0,185	323,24
0,099	8	59,8	0,185	323,24
0,155	10	59,8	0,185	323,24
0,223	12	59,8	0,185	323,24
0,261	13	59,8	0,185	323,24

Tabla 29. Valores de la catenaria 1.

La representación de la curva se efectuará en cad a partir de los valores obtenidos.

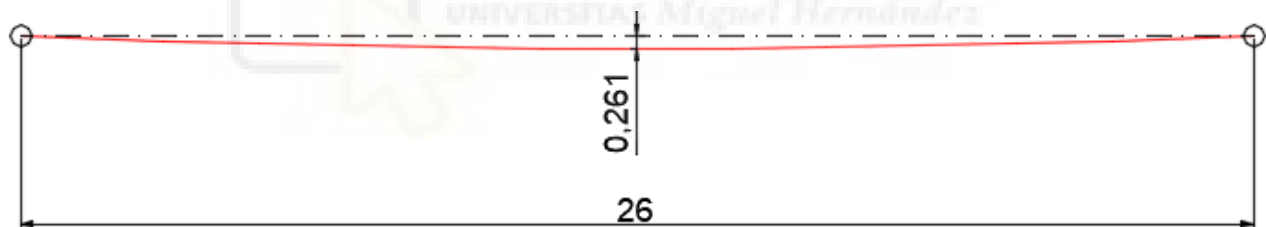


Figura 9. Representación de la curva de la catenaria 1.

Elche, Septiembre de 2020

El autor del proyecto

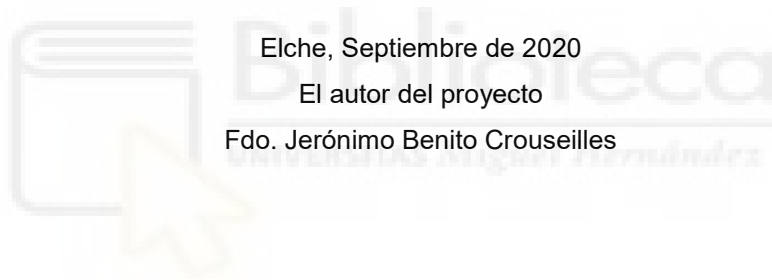
Fdo. Jerónimo Benito Crouseilles

**3 PRESUPUESTO.**
**PRESUPUESTO DE LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN**

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.1	Ud	<b>Desmote de línea aérea de alta tensión existente.</b>			
		Total Ud .....	1	600	600,00
1.2	Ud	<b>Columna metálica de celosía C2000-12E con cimentación en columna de 1x1x2,30 en hormigón monobloque. Totalmente montada y nivelada.</b>			
		Total Ud .....	2,00	1780,00	3560,00
1.3	Ud	<b>Puesta a tierra de apoyo frecuentado de acuerdo especificado en planos y memoria.</b>			
		Total Ud .....	2,000	152,00	304,00
1.4	Ju	<b>Juego de chapas anti escalo apoyo metálico de celosía C2000-12E.</b>			
		Total Ju .....	2,000	225,00	450,00
1.5	Ud	<b>Cruceta recta RC2-15S sin tirantes totalmente montada.</b>			
		Total Ud .....	2,000	467,00	934,00
1.6	Ud	<b>Aislador de amarre composite y accesorios</b>			
		Total Ud .....	6,000	67,00	402,00
1.7	Ju	<b>Juego de pararrayos autovalvulares, totalmente montado y conexionado.</b>			
		Total Ju .....	2,000	236,00	472,00
1.8	Ju	<b>Juego de botellas terminales de exterior, totalmente montado y conexionado</b>			
		Total Ju .....	2,000	154,00	308,00
1.9	Ud	<b>Tubo de bajante de acero diámetro 110 mm y accesorios de fijación totalmente montado.</b>			
		Total Ud .....	2,000	150,00	300,00
1.10	Ud	<b>Mano de obra entronque aéreo-subterráneo.</b>			
		Total Ud .....	2,000	170,00	340,00
1.11	Ml	<b>Zanja tipo 1 de 6 tubos según detalle planos. Normalizada Iberdrola incluido excavación, lecho de hormigón, lecho de arena, tubos de protección, relleno con zahorra artificial compactada, transporte y vertido de tierras sobrantes.</b>			
		Total Ml .....	162,000	97,00	15714,00
1.12	Ml	<b>Zanja tipo 2 de 2 tubos según detalle planos. Normalizada Iberdrola incluido excavación, lecho de hormigón, lecho de arena, tubos de protección, relleno con zahorra artificial compactada, transporte y vertido de tierras sobrantes.</b>			
		Total Ml .....	65,000	36,00	2340,00
1.13	Ml	<b>Zanja tipo 3 de 9 tubos según detalle planos. Normalizada Iberdrola incluido excavación, lecho de hormigón, lecho de arena, tubos de protección, relleno con zahorra artificial compactada, transporte y vertido de tierras sobrantes.</b>			
		Total Ml .....	20,000	98,00	1960,00
1.14	Ml	<b>Zanja tipo 4 de 6 tubos según detalle planos. Normalizada Iberdrola incluido excavación, lecho de hormigón, lecho de arena, tubos de protección, relleno con zahorra artificial compactada, transporte y vertido de tierras sobrantes.</b>			

		Total Ml .....	70,000	97,00	6790,00
1.15	<b>Ml</b>	<b>Zanja tipo 5 de 4 tubos según detalle planos. Normalizada Iberdrola incluido excavación, lecho de hormigón, lecho de arena, tubos de protección, relleno con zahorra artificial compactada, transporte y vertido de tierras sobrantes.</b>			
		Total Ml .....	95,000	49,00	4655,00
1.16	<b>Ml</b>	<b>Tendido de cable 3x240 mm2 Al HEPRZ1 12/20 kV en interior de tubo enterrado</b>			
		Total Ml .....	803,000	77,00	61831,00
1.17	<b>Ud</b>	<b>Tramites y legalizaciones</b>			
		Total Ud .....	1,000	1875,00	1875,00
1.18	<b>Ud</b>	<b>Puesta en marcha.</b>			
		Total Ud .....	1,000	200,00	200,00
1.19	<b>Ud</b>	<b>Medida de paso y contacto apoyos frecuentados y OCA</b>			
		Total Ud .....	2,000	350,00	700,00
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>					<b>103735,00</b>

**ASCIENDE EL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL A LA EXPRESADA CANTIDAD DE CIENTO TRES MIL SETECIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS.**

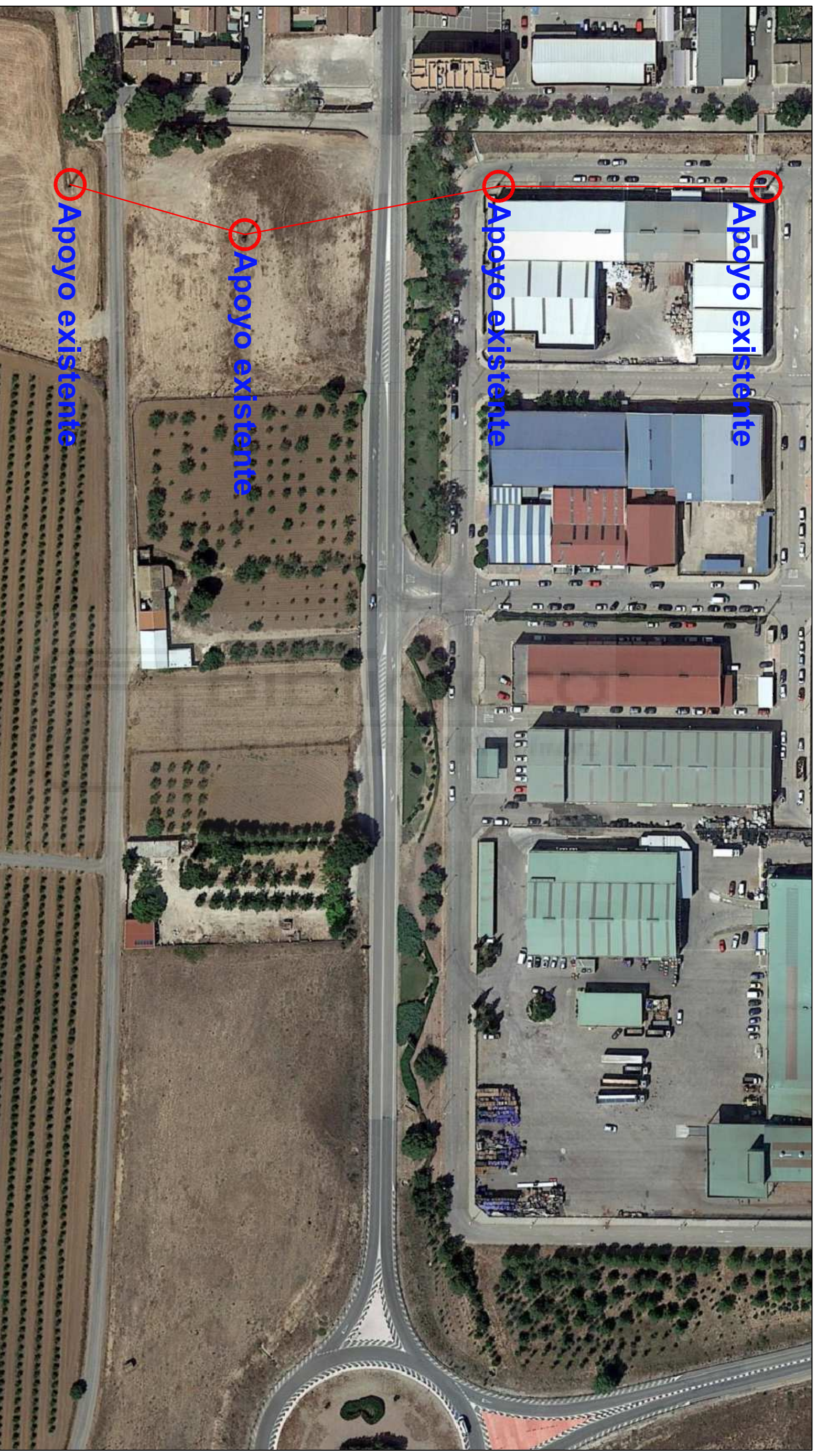


Elche, Septiembre de 2020  
 El autor del proyecto  
 Fdo. Jerónimo Benito Crouseilles

#### 4 PLANOS.







UNIVERSITAT  
Miguel  
Hernández

PLANO:  
LÍNEA DE ALTA TENSIÓN EXISTENTE

PLANO N.º:  
**1**

PROYECTO:

LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN POLÍGONO  
INDUSTRIAL DE PINOSO

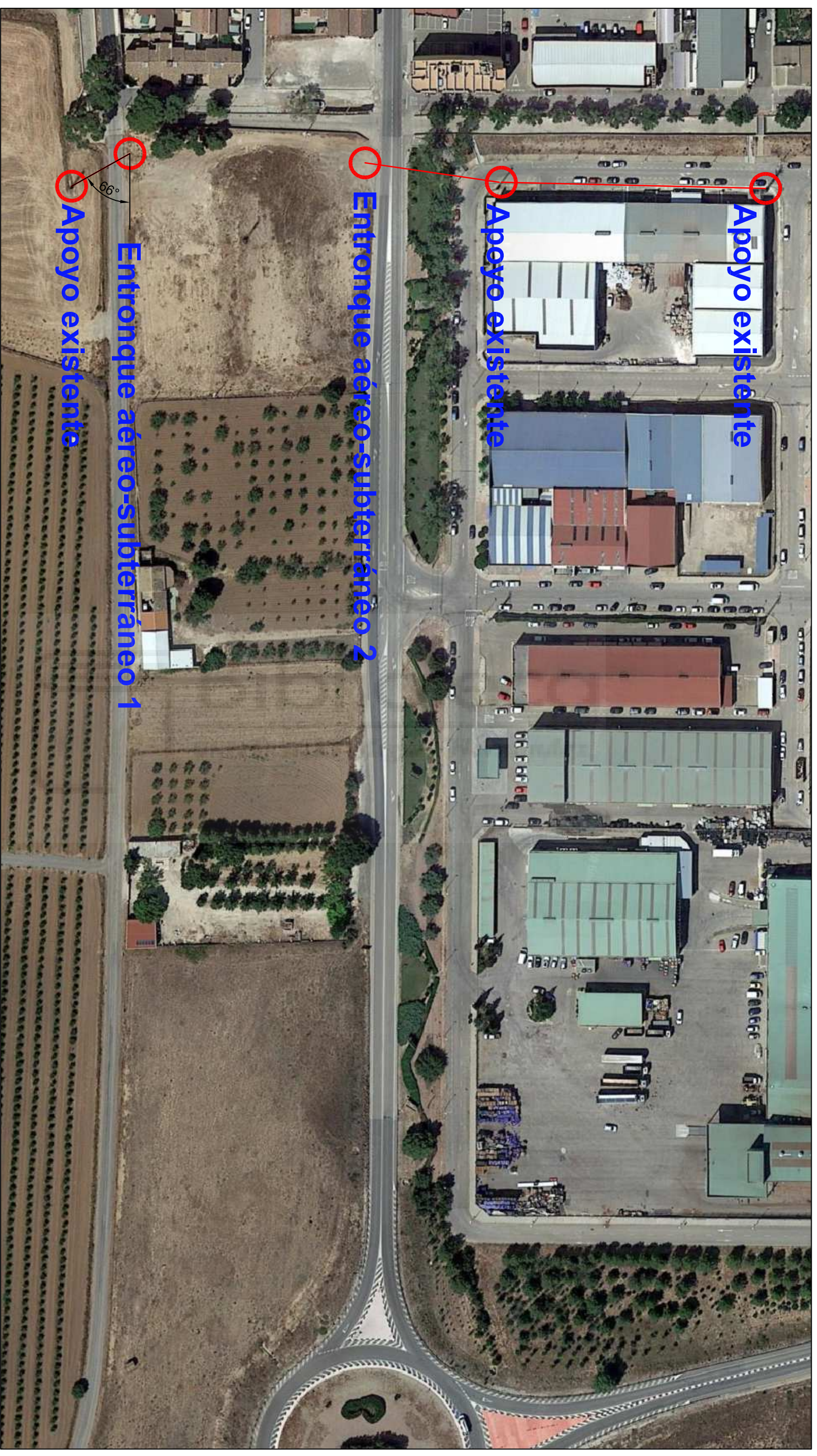
ESCALA: S/E


SITUACIÓN:  
PINOSO (ALICANTE)

FECHA: SEPTIEMBRE 2020

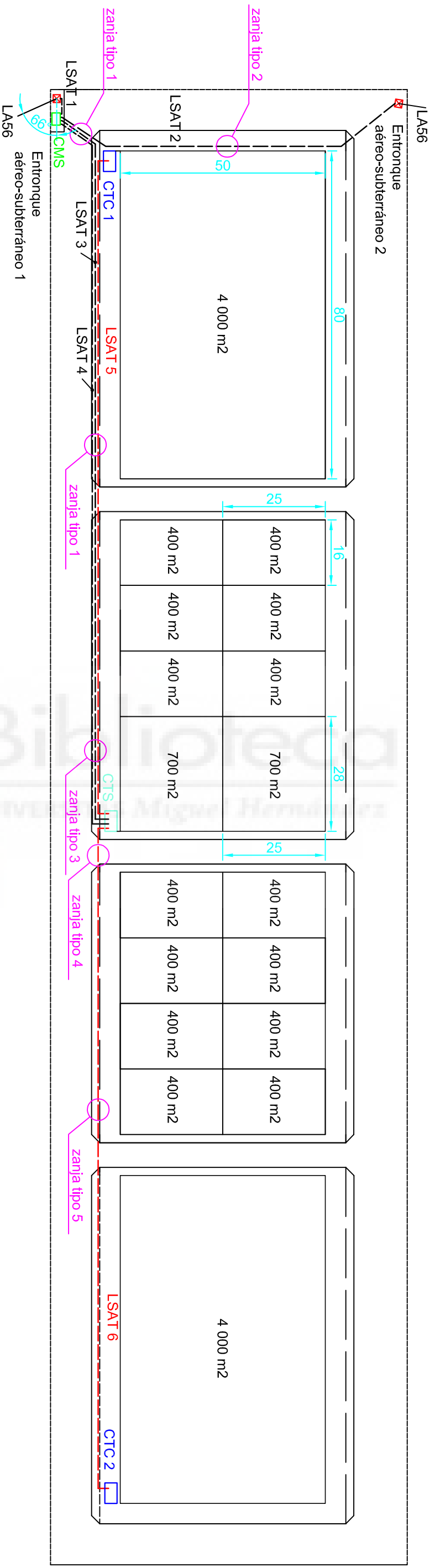
AUTOR:  
JERÓNIMO BENITO CROUSSELLES





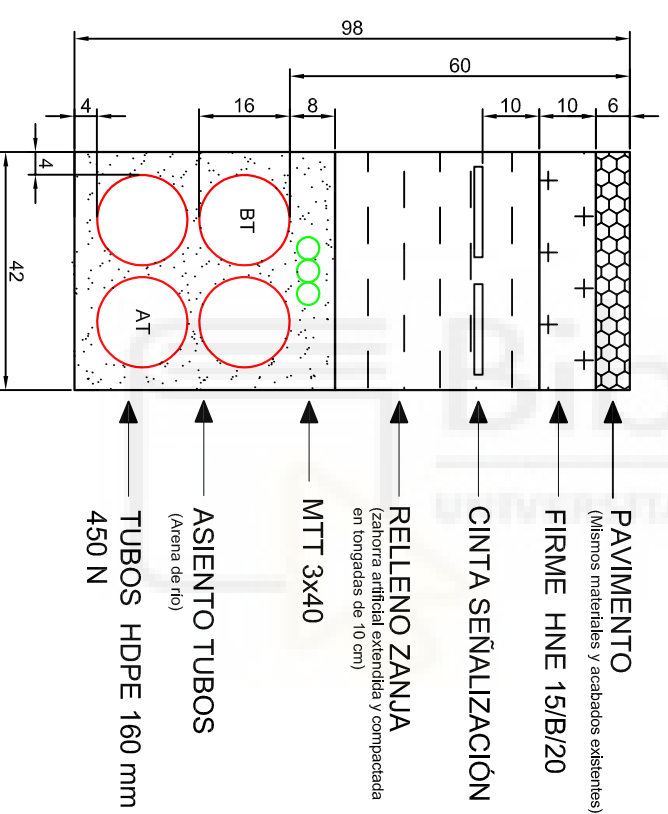
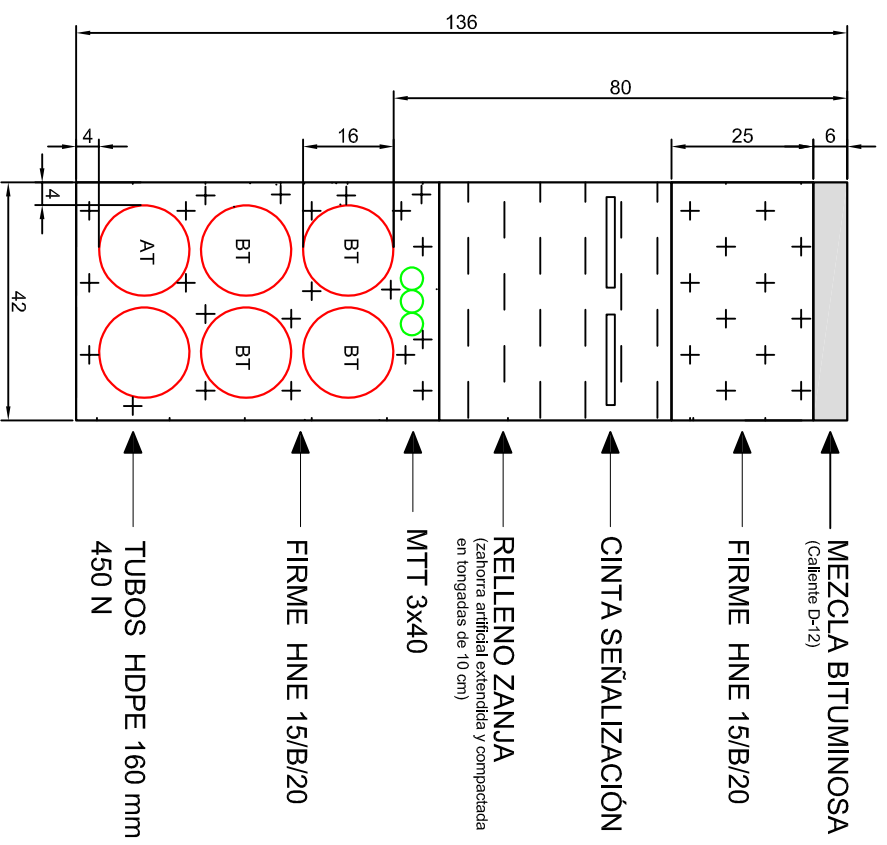
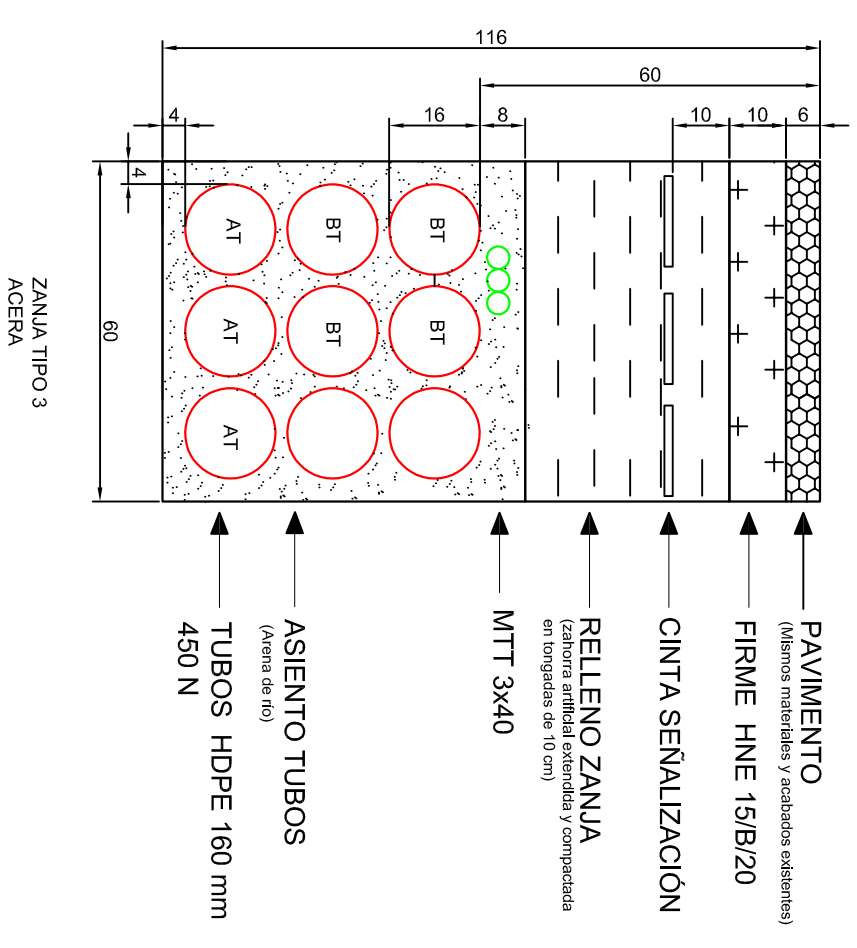
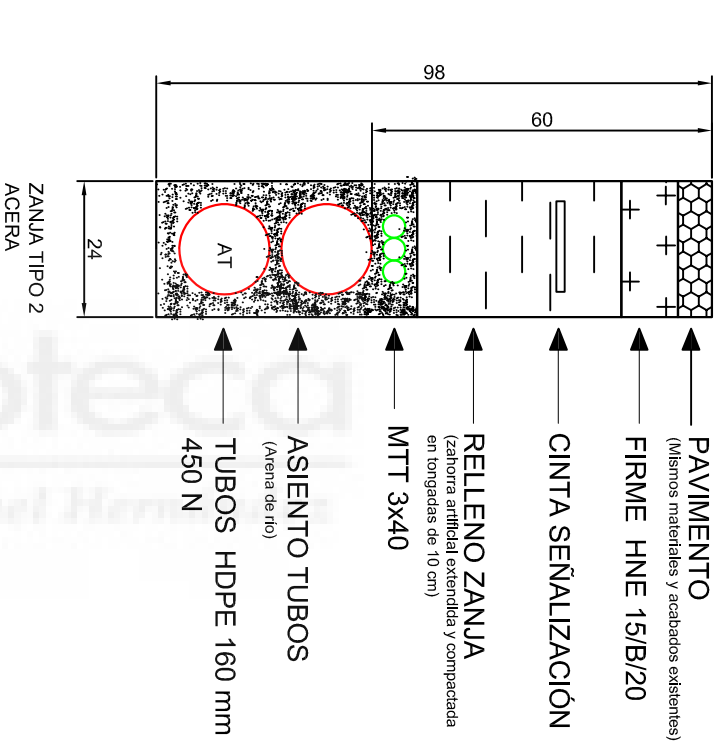
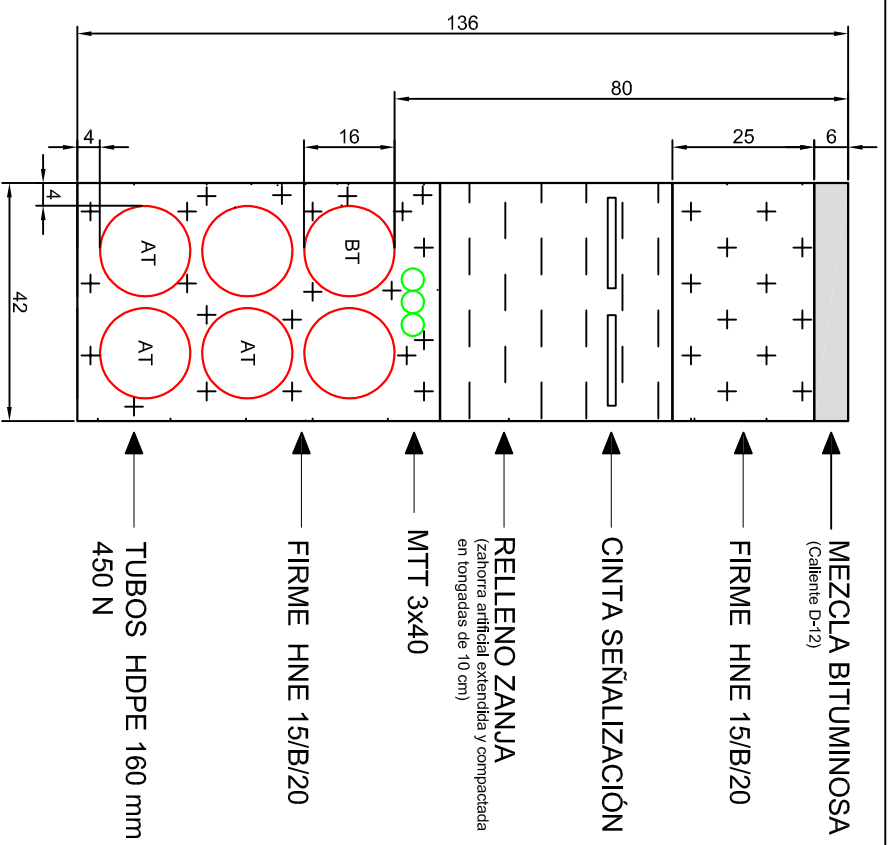
 <b>UNIVERSITAT</b> <i>Miguel Hernández</i>	PLANO:	LÍNEA DE ALTA TENSIÓN MODIFICADA.	PLANO N.º:	<b>2</b>
	PROYECTO:	LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO	SITUACIÓN:	PINOSO (ALICANTE)
	ESCALA:	S/E	FECHA:	SEPTIEMBRE 2020
	AUTOR:	JERÓNIMO BENITO CROUSSELLES		





LEYENDA	
Elemento	Descripción
☒	Entronque aéreo-subterráneo
□	Centro de mando y seccionamiento
□	Centro de transformación de cliente
□	Centro de transformación de superficie

<b>UNIVERSITAT</b> <b>Miguel Hernández</b>	PLANO:	DISTRIBUCIÓN DE PARCELAS, CTS Y LÍNEAS.	PLANO N.º:	<b>3</b>	
	ESCALA:	S/E	FECHA:	SEPTIEMBRE 2020	
PROYECTO:	LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO			SITUACIÓN:	PINOSO (ALICANTE)
				AUTOR:	JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES



PLANO:  
DETALLE DE ZANJAS.

PLANO Nº:  
**4**

ESCALA: S/E

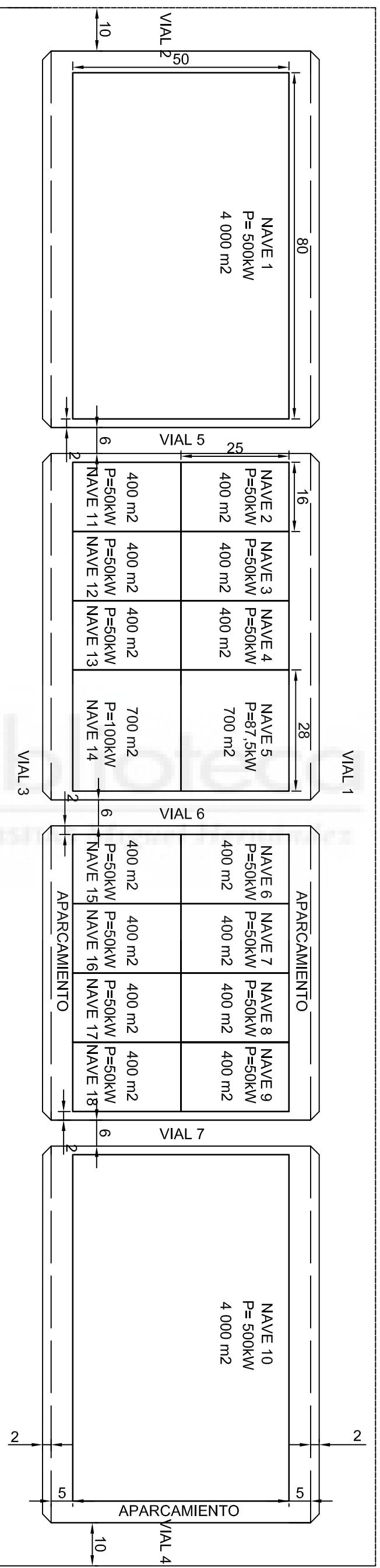
SITUACIÓN:  
PINOSO (ALICANTE)

PROYECTO:

LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO

AUTOR:  
JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES

FECHA: SEPTIEMBRE 2020



**UNIVERSITAT**  
*Miguel Hernández*

PLANO N.º:  
DISTRIBUCIÓN DE POTENCIAS EN PARCELAS. VIALES.

PLANO N.º:  
**5**

ESCALA: S/E

FECHA: SEPTIEMBRE 2020

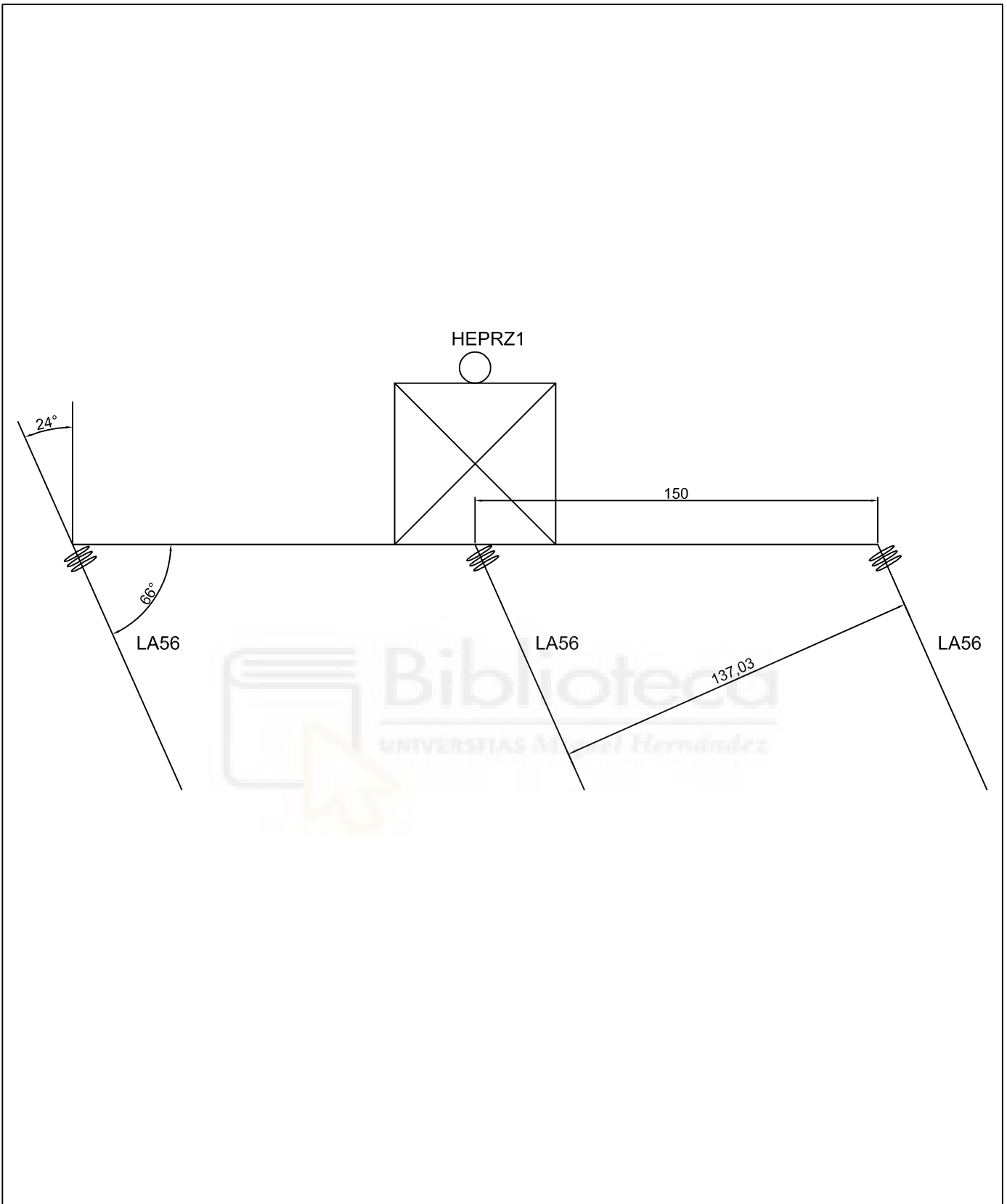
SITUACIÓN: PINOSO (ALICANTE)


PROYECTO:

LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO

AUTOR:

JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES



 <b>UNIVERSITAS</b> <i>Miguel</i> <b>Hernández</b>	PLANO: ENTRONQUE AÉREO-SUBTERRÁNEO 1.		PLANO N.º: <b>6</b>
	ESCALA: S/E	FECHA: SEPTIEMBRE 2020	SITUACIÓN: PINOSO (ALICANTE)
PROYECTO: LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO		AUTOR: JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES	

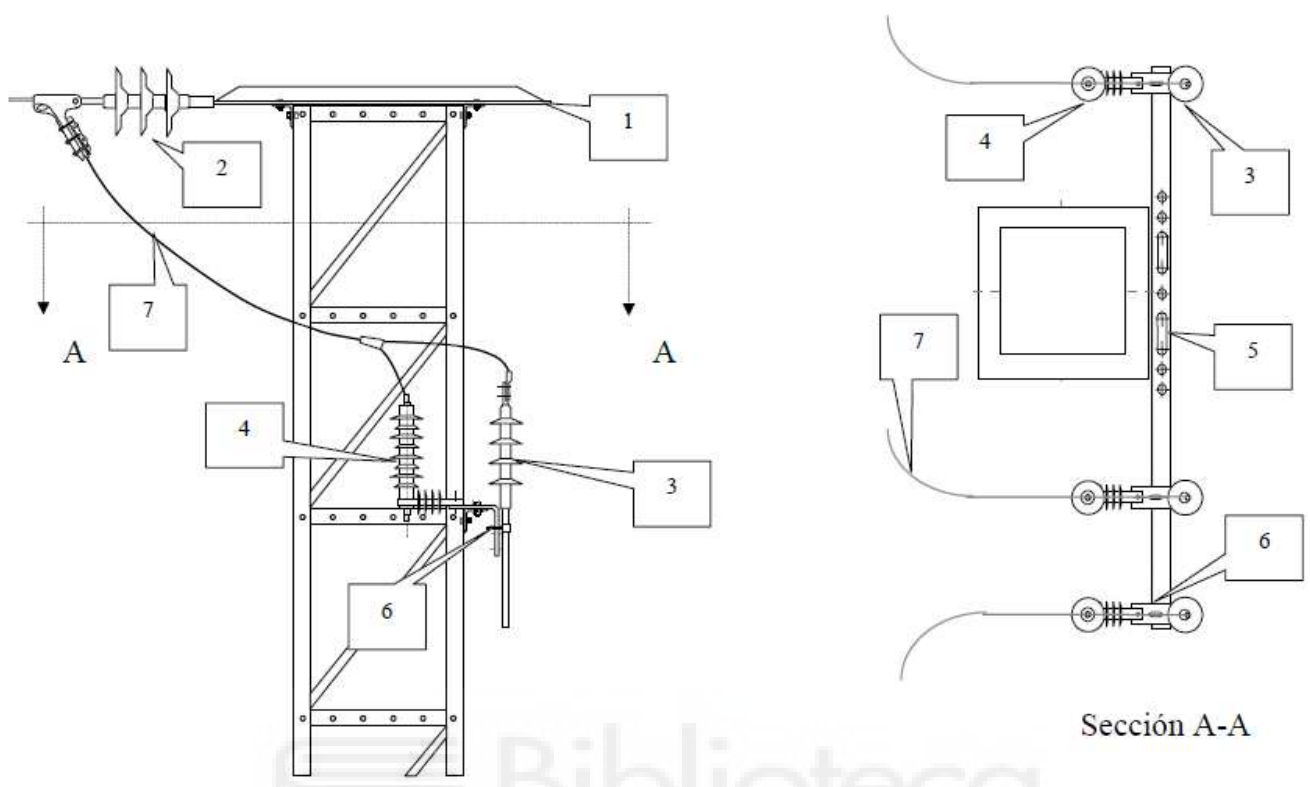


Figura 4 – Apoyos de fin de línea.

Marca	Cantidad	Denominación	Designación	Documento
1	1	Cruceta Recta	RC-S	NI 52.31.02
2	3	Cadena de amarre	CA	NI 48.08.01
3	3	Terminación cable subterráneo	TE/24	NI 56.80.02
4	3	Pararrayos	POM-P	NI 75.30.02
5	1	Angular L-70.7-2040	L-70.7-2040	NI 52.30.24
6	3	Chapa CH-8-150	CH-8-150	NI 52.30.24
7	-	Puentes, según conductor		
s/n	-	Tornillería, piezas de conexión		



PLANO: DETALLE ENTRONQUE AÉREO-SUBTERRÁNEO 1 Y 2. PLANO Nº: 7

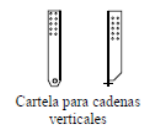
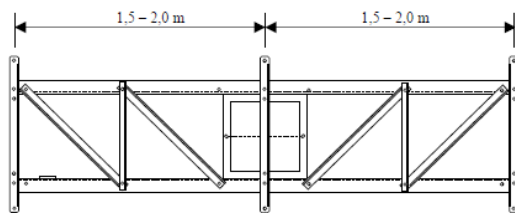
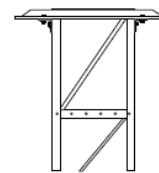
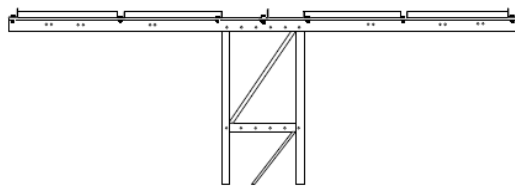
ESCALA: S/E FECHA: SEPTIEMBRE 2020

SITUACIÓN: PINOSO (ALICANTE)

PROYECTO: LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO

AUTOR: JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES





Crucetas rectas para apoyos de perfiles metálicos – Cargas

Designación	Casos de carga	Carga de trabajo más sobrecarga daN			Coeficiente de Seguridad	Carga límite especificada			Duración s
		V	L	F		Carga de ensayo daN			
RC1-10-Sa	A	450	--	1500	1,50	675		2250	60
	B	450	1500	--		675	2250		
RC1-20-Sa	A	650	--	1500		975		2250	
	B	650	1500	--		975	2250		



PLANO:

CRUCETA RECTA PARA APOYOS DE PERFILES METÁLICOS.

PLANO Nº:

8

ESCALA:

S/E

FECHA:

SEPTIEMBRE 2020

SITUACIÓN:

PINOSO (ALICANTE)

PROYECTO:

LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO

AUTOR:

JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES

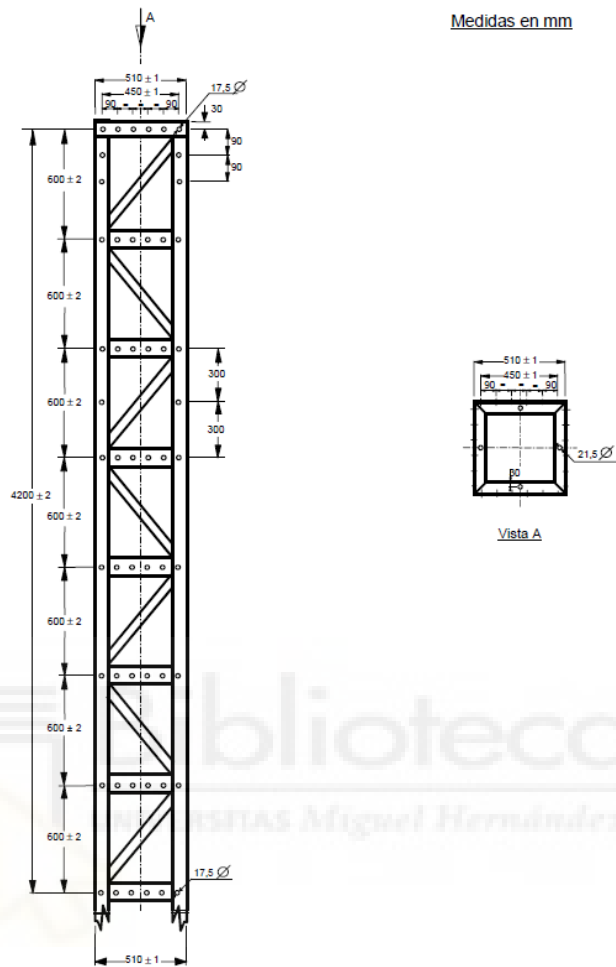


Fig. 2: Cabeza de apoyos



**UNIVERSITAS**  
Miguel  
Hernández

PLANO:

CABEZA DE APOYO DE PERFILES METÁLICOS.

PLANO Nº:

**9**

ESCALA:

S/E

FECHA:

SEPTIEMBRE 2020

SITUACIÓN:

PINOSO (ALICANTE)

PROYECTO:

LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO

AUTOR:

JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES

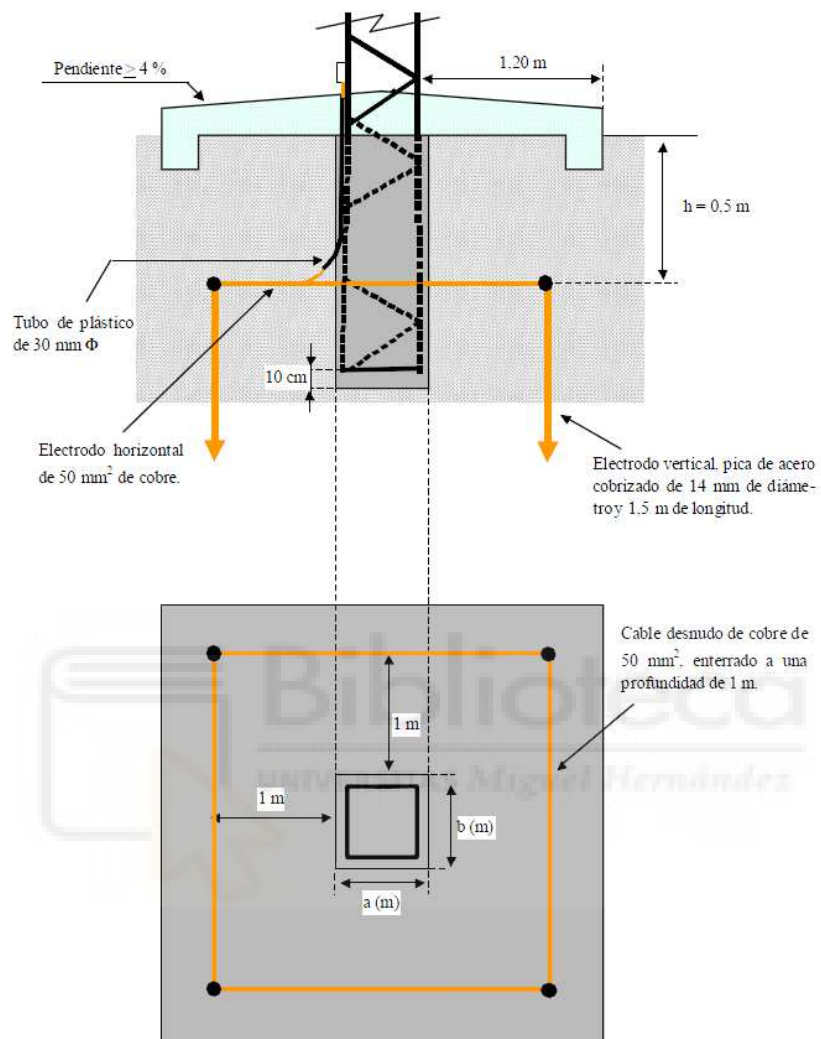



Figura 3. Configuración del electrodo de puesta a tierra para apoyos frecuentados con calzado.

CONFIGURACIÓN DEL ELECTRODO CPT-LA-30/0,5

 <b>UNIVERSITAS</b> Miguel Hernández	PLANO: PUESTA A TIERRA DE APOYOS FRECUENTADOS CON CALZADO E AIS 1 Y 2.		PLANO Nº: <b>10</b>
	ESCALA: S/E	FECHA: SEPTIEMBRE 2020	SITUACIÓN: PINOSO (ALICANTE)
PROYECTO: LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO		AUTOR: JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES	

**PROYECTO DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO  
INDEPENDIENTE (CSI) DE MANIOBRA  
EXTERIOR Y ALIMENTACIÓN EN BAJA TENSIÓN  
(BT) EXTERNA EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE  
PINOSO.**



**Autor:** Jerónimo Benito Crouseilles

**Tutor:** Miguel López García

<b>1.1 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS.</b>	<b>4</b>
1.1.1 TITULAR - PROMOTOR.	4
1.1.2 AUTOR DEL PROYECTO.	4
1.1.3 TERMINO MUNICIPAL.	4
1.1.4 SITUACIÓN.	4
1.1.5 ACTIVIDAD.	4
1.1.6 POTENCIA NECESARIA EN EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.	4
1.1.7 TIPO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.	4
1.1.8 PRESUPUESTO TOTAL.	4
<b>1.2 OBJETO DEL PROYECTO.</b>	<b>4</b>
<b>1.3 NORMATIVA TÉCNICA Y OTRAS DISPOSICIONES QUE SE CUMPLEN.</b>	<b>5</b>
<b>1.4 TITULAR.</b>	<b>8</b>
<b>1.5 EMPLAZAMIENTO.</b>	<b>8</b>
<b>1.6 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN INDEPENDIENTE.</b>	<b>9</b>
<b>1.7 POTENCIA A TRANSPORTAR, CARACTERÍSTICAS, DESTINO Y USO DE LA ENERGÍA TRANSPORTADA.</b>	<b>9</b>
1.7.1 POTENCIA DEMANDADA EN EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.	10
1.7.2 PLAZO DE EJECUCIÓN.	10
1.7.3 CARACTERÍSTICAS DE LA ENERGÍA.	10
<b>1.8 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.</b>	<b>10</b>
1.8.1 JUSTIFICACION DE LA NECESIDAD O NO DE ESTUDIO DE IMPACTO MEDIOAMBIENTAL.	10
1.8.2 ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DEL CSI.	10
1.8.3 OBRA CIVIL.	11
1.8.3.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.	11
1.8.4 EQUIPO ELÉCTRICO.	12
1.8.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN.	12
1.8.4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.	12
1.8.4.3 CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LA APARAMENTA DE BT.	16
1.8.4.4 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE ALTA TENSION Y BAJA TENSIÓN.	17
1.8.5 PUESTA A TIERRA.	17
1.8.5.1 TIERRA DE PROTECCIÓN.	18
1.8.5.2 TIERRA DE SERVICIO.	18
<b>1.9 PLANIFICACIÓN.</b>	<b>18</b>
<b>1.10 LIMITACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS.</b>	<b>18</b>
<b>1.11 LIMITACIÓN DEL RUIDO TRANSMITIDO.</b>	<b>19</b>

<b>2</b>	<b>CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.</b>	<b>20</b>
2.1	INTENSIDAD EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.	20
2.2	INTENSIDAD EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.	20
2.3	INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.	20
2.4	INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.	20
2.5	DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.	20
2.6	PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.	20
2.7	DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.	20
2.8	DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.	20
2.9	CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.	20
2.9.1	PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.	21
2.9.2	INSTALACIÓN DE TIERRA GENERAL.	21
2.9.3	ELEMENTOS A CONECTAR A TIERRA POR MOTIVOS DE SERVICIO.	22
2.9.4	INVESTIGACIÓN DE LAS CARÁCTERÍSTICAS DEL SUELO.	22
2.9.5	DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.	23
2.9.6	CÁLCULO DEL SISTEMA DE TIERRA.	23
2.9.7	DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.	24
2.9.8	CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO EN LA INSTALACIÓN.	26
2.9.9	CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA POR MOTIVO DE SERVICIO.	29
2.9.10	DISTANCIA ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA.	29
2.9.11	CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL.	29
<b>3</b>	<b>PRESUPUESTO.</b>	<b>30</b>
<b>4</b>	<b>PLANOS</b>	<b>31</b>



---

## **PROYECTO DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO INDEPENDIENTE (CSI) DE MANIOBRA EXTERIOR Y ALIMENTACIÓN EN BAJA TENSIÓN (BT) EXTERNA EN POLIGONO INDUSTRIAL DE PINOSO**

### **1.- MEMORIA.**

#### **1.1 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS.**

Se va a construir un polígono industrial y para el suministro de las parcelas se va a instalar un centro de transformación de compañía y 2 centros de transformación de cliente.

Para conectar estos centros de transformación a la red de distribución de alta tensión, se dispondrá un centro de seccionamiento independiente, según MT 2.11.20 Mayo 2019.

##### 1.1.1 TITULAR - PROMOTOR.

El titular de las instalaciones será i-DE REDES INTELIGENTES S.A.U. Con domicilio social en calle Calderón de la Barca 16 de Alicante.

##### 1.1.2 AUTOR DEL PROYECTO.

El presente proyecto es el trabajo fin de Grado de Jerónimo Benito Crouseilles.

##### 1.1.3 TERMINO MUNICIPAL.

El CT se instalará en el término municipal de Pinoso, Alicante.

##### 1.1.4 SITUACIÓN.

El CSI se instalará entre el vial 2 y el vial 3 frente a la fachada de la parcela N1 con situación cartográfica ETRS-89 UTM- 30 X = 671 488 Y = 4 252 371 de Pinoso.

##### 1.1.5 ACTIVIDAD.

El centro de seccionamiento independiente maneja las celdas de salida de líneas del resto de instalaciones de alta tensión, con acciones teledirigidas desde el exterior.

##### 1.1.6 POTENCIA NECESARIA EN EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Este centro es solo para maniobras de celdas de línea.

##### 1.1.7 TIPO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Este centro es solo para maniobras de celdas de línea en edificio prefabricado independiente y en superficie.

##### 1.1.8 PRESUPUESTO TOTAL.

Asciende el presupuesto de la línea aéreo-subterránea a la cantidad de 28835 Euros.

#### **1.2 OBJETO DEL PROYECTO.**

El presente proyecto tiene por objeto el trabajo fin de grado de la electrificación de un polígono industrial.

En este trabajo se diseña y calcula el CSI para reparto y seccionamiento de las redes de AT, dando prioridad a la entrada/salida de la red aérea de alta tensión.

Desde este CSI se alimenta en anillo el CTS propiedad de i-DE.

Este proyecto ha sido confeccionado de acuerdo con el proyecto tipo de Iberdrola de centro de seccionamiento independiente para conexiones de instalaciones particulares, según MT 2.11.20 ed. 2 de mayo de 2019.

### 1.3 NORMATIVA TÉCNICA Y OTRAS DISPOSICIONES QUE SE CUMPLEN.

La normativa que se ha tenido en cuenta para la realización del proyecto es la siguiente:

#### LEGISLACION NACIONAL

- Ley 54/1997, de 27 noviembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto 1047/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de transporte de energía eléctrica.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión. (BOE de 13/9/08)
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Real Decreto 110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Ley 31/95, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- 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
- Recomendación 519/99/CE del Consejo, de 12 de julio de 1999, relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos de 0 a 300 GHz.
- Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

### LEGISLACION AUTONÓMICA

- Decreto 88/2005, de 29 de abril, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen los procedimientos de autorización de instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica que son competencia de la Generalitat.
- Resolución de 22 de octubre de 2010, de la Dirección General de Energía, por la que se establece una declaración responsable normalizada en los procedimientos administrativos en los que sea preceptiva la presentación de proyectos técnicos y/o certificaciones redactadas y suscritas por técnico titulado competente y carezcan de visado por el correspondiente colegio profesional.
- Orden 9/2010, de 7 de abril, de la Conselleria de Infraestructuras y Transporte, por la que se modifica la Orden de 12 de febrero de 2001, de la Conselleria de Industria y Comercio, por la que se modifica la de 13 de marzo de 2000, sobre contenido mínimo en proyectos de industrias e instalaciones industriales.
- Resolución de 15 de octubre de 2010, del Conseller de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda y vicepresidente tercero del Consell, por la que se establecen las zonas de protección de la avifauna contra la colisión y electrocución, y se ordenan medidas para la reducción de la mortalidad de aves en líneas eléctricas de alta tensión.
- Ley 2/89, de 3 de marzo, de la Generalitat Valenciana, de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Decreto 162/90, de 15 de octubre, por el que se aprueba la ejecución de la Ley 2/89, de 3 de marzo, de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Decreto 32/2006, de 10 de marzo, del Consell de la Generalitat, por el que se modifica el Decreto 162/1990, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat, por el que se aprobó el Reglamento para la ejecución de la Ley
- Orden de 3 de enero de 2005, de la Consellería de Territorio y Vivienda por la que se establece el contenido mínimo de los estudios de impacto ambiental que se hayan de tramitar ante esta Consellería.
- Decreto 208/2010, de 10 de diciembre, del Consell, por el que se establece el contenido mínimo de la documentación necesaria para la elaboración de los informes a los estudios de impacto ambiental a los que se refiere el artículo 11 de la Ley 4/1998, de 11 de junio, de la Generalitat, del Patrimonio Cultural valenciano.

- Decreto 60/2012, de 5 de abril, del Consell, por el que regula el régimen especial de evaluación y de aprobación, autorización o conformidad de planes, programas y proyectos que puedan afectar a la Red Natura 2000.
- Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano.
- Ley 10/2010, de 12 de diciembre, de Residuos de la Comunidad Valenciana.
- Ley 5/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje, de la Comunitat Valenciana.
- Ley 3/1993, de 9 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, Forestal de la Comunidad Valenciana.
- Decreto 98/1995, de 16 de mayo, del Gobierno Valenciano, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 3/93, de 9 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, Forestal de la Comunidad Valenciana.
- Decreto 7/2004, de 23 de enero, del Consell de la Generalitat, por el que se aprueba el pliego general de normas de seguridad en prevención de incendios forestales a observar en la ejecución de obras y trabajos que se realicen en terreno forestal o en sus inmediaciones.
- Ley 3/2014, de 11 de julio, de Vías Pecuarias de la Comunitat Valenciana.
- Instrucción de 13 de enero de 2012, de la Dirección General del Medio Natural, sobre vías pecuarias.

## NORMATIVA DISTRIBUIDORA

Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.

- MT 2.11.20, edición 02-mayo de 2019. Proyecto tipo para centro de seccionamiento independiente.
- MT 2.11.03, edición 8-mayo 2019. Proyecto tipo para centro de transformación en edificio de otros usos.
- MT 2.31.01, edición 10-mayo 2019. Proyecto tipo de líneas subterránea de AT hasta 30 kV.
- MT 2.03.20, edición 11-mayo 2019. Especificaciones particulares para instalaciones de alta tensión (hasta 30 kV) y baja tensión.
- MT 3.51.20, edición 3-mayo 2019. Especificaciones particulares para sistemas de telegestión y automatización de red, instalación en nuevos centros de transformación.
- MT 2.11.33, edición 3, mayo 2019. Especificaciones particulares para el diseño de puestas a tierra para centros de transformación de tensión nominal  $\leq 30$  kV.
- NI 56.80.02, edición 12-mayo 2019. Accesorios para cables subterráneos de tensiones asignadas de 12/20 (24) kV hasta 18/30 (36) kV. Cables con aislamiento seco.
- NI 56.43.01, edición 7-mayo 2019. Especificación Particular – Cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefinas (HEPRZ1) para redes de AT hasta 30 kV.
- NI 56.88.01, edición 9-mayo 2019. Accesorios para cables aislados con conductores de aluminio para redes subterráneas de 0,6/1 kV.
- NI 50.42.11, edición 5-mayo 2019. Especificaciones particulares, celdas de alta tensión bajo envoltorio metálica hasta 36 kVA, prefabricadas, con dieléctrico de SF<sub>6</sub>, para CT.
- NI 75.06.31, edición 5-mayo 2019. Especificaciones particulares, fusibles limitadores de corriente asociados para AT hasta 36 kVA.
- Normas y recomendaciones de diseño del edificio:

CEI 62271-202 UNE-EN 62271-202

Centros de Transformación prefabricados.

NBE-X

Normas básicas de la edificación.

Normas y recomendaciones de diseño de aparataje eléctrica:

CEI 62271-1 UNE-EN 62271-1

Estipulaciones comunes para las normas de aparataje de Alta Tensión.

CEI 61000-4-X UNE-EN 61000-4-X

Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.

CEI 62271-200 UNE-EN 62271-200

Aparataje bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.

CEI 62271-102 UNE-EN 62271-102

Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

CEI 62271-103 UNE-EN 62271-103

Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.

CEI 62271-105 UNE-EN 62271-105

Combinados interruptor - fusible de corriente alterna para Alta Tensión.

Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:

CEI 60076-X

Transformadores de Potencia.

UNE 21428-1-1

Transformadores de Potencia.

Reglamento (UE) Nº 548/2014 de la Comisión de 21 de mayo de 2014 por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes (Ecodiseño)

UNE 21428

Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.

#### 1.4 TITULAR.

El titular de las instalaciones será i-DE Redes Inteligentes S.A.U. con CIF A 95 075 578 y con domicilio social calle Calderón de la Barca 16 de Alicante.

El promotor es Exm. Ayuntamiento de Pinoso, Pinoso (Alicante).

#### 1.5 EMPLAZAMIENTO.

El CSI se instalará entre el vial 2 y el vial 3 frente a la fachada de la parcela N1 con situación cartográfica ETRS-89 UTM- 30 X = 671 488 Y = 4 252 371 de Pinoso.



## 1.6 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN INDEPENDIENTE.

El CMS-21 es un Edificio compacto, de estructura monobloque y maniobra exterior, diseñado para su instalación en superficie, que puede incluir en su interior la apartada de AT del sistema CGM Cosmos y los elementos de interconexión y auxiliares necesarios.



Estos centros de seccionamiento presentan como esencial ventaja el hecho de que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación.

Está compuesto por cuatro celdas de líneas telemantables.

Figura 1. Catálogo de productos Ormazabal.

## 1.7 POTENCIA A TRANSPORTAR, CARACTERÍSTICAS, DESTINO Y USO DE LA ENERGÍA TRANSPORTADA.

Se precisa el suministro de energía en el polígono industrial de Pinoso.

El suministro a las naves será en baja tensión 400 V/ B2 y alta tensión 20000 V.

La potencia demandada por cada parcela y sus características de suministro son:

DESTINO	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	ELECTRIFICACION (W/m <sup>2</sup> )	POTENCIA (W)	TENSIÓN (V)
N1	4000	125	500000	20000
N2	400	125	50000	400
N3	400	125	50000	400
N4	400	125	50000	400
N5	700	125	87500	400
N6	400	125	50000	400
N7	400	125	50000	400
N8	400	125	50000	400
N9	400	125	50000	400
N10	4000	125	500000	20000
N11	400	125	50000	400
N12	400	125	50000	400
N13	400	125	50000	400
N14-VE	700	Carga vehículo eléctrico	100000	400
N15	400	125	50000	400
N16	400	125	50000	400
N17	400	125	50000	400
N18	400	125	50000	400
Alumbrado			12000	400
<b>POTENCIA TOTAL DEMANDADA EN BAJA TENSIÓN</b>			<b>899 500 W</b>	

<b>POTENCIA TOTAL DEMANDADA EN ALTA TENSIÓN</b>	<b>1 000 000 W</b>
<b>POTENCIA TOTAL DEMANDADA POR EL POLÍGONO</b>	<b>1 899 500 W</b>

*Tabla 1. Potencia demandada por parcelas.*

Para resolver la demanda en baja tensión 400 V se instalará un transformador de compañía.

Para resolver la demanda en AT en cada parcela se instalará un CT de abonado.

Estas líneas de AT partirán del centro de seccionamiento objeto de este proyecto.

#### 1.7.1 POTENCIA DEMANDADA EN EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

No es objeto de este proyecto.

#### 1.7.2 PLAZO DE EJECUCIÓN.

Se estima una duración de 6 meses.

#### 1.7.3 CARACTERÍSTICAS DE LA ENERGÍA.

Características de la energía	
Corriente	Alterna trifásica.
Frecuencia	50 Hz.
Tensión AT	20 kV.
Tensión más elevada	24 kV
Factor de potencia	0,9
Tensión BT	420 V

*Tabla 2. Características de la energía.*

### 1.8 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

#### 1.8.1 JUSTIFICACION DE LA NECESIDAD O NO DE ESTUDIO DE IMPACTO MEDIOAMBIENTAL.

No procede al ser un centro con envolvente prefabricada en suelo urbano.

#### 1.8.2 ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DEL CSI.

Los elementos constitutivos del CSI serán:

- Envolvente prefabricada de hormigón o local destinado a alojar el centro en un edificio de otros usos
- Celdas de AT
- CGP-7 para alimentación externa
- Fusibles limitadores (en caso de que haya celda de protección)
- Sistema de detección de intrusión (sensor volumétrico o similar)
- Instalación de puesta a tierra (PAT)
- Señalización y material de seguridad
- Esquemas eléctricos
- Planos generales

### 1.8.3 OBRA CIVIL.

El Centro de Seccionamiento Independiente objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

El peso total del edificio del CSI es de aproximadamente 3,2 t.

#### 1.8.3.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.

Edificio de CSI: **ORMAZABAL CMS-21/4L telemandables**

##### - Envolvente

El equipo CMS-21 está constituido por una única pieza de hormigón que forma toda la estructura tanto exterior como enterrada del mismo.

Por construcción, toda la envolvente, excepto las puertas y rejillas, fabricada en hormigón, con una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>, está puesta a tierra, formando de esta manera una superficie equipotencial.

El cuerpo está dotado de cáncamos de elevación para la manipulación del edificio en conjunto.

En el fondo de la arqueta están dispuestos los orificios semiperforados para la entrada y salida de cables.

##### - Accesos

La puerta de acceso es un conjunto de dos hojas con un sistema que permite su fijación a 90° y a 180°.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que ancla la puerta en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la inferior.

##### - Ventilación

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el CSI. Interiormente se complementa cada rejilla con una malla mosquitera

##### - Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura de color crema.

Todos los elementos metálicos en contacto con el exterior están adecuadamente tratados contra la corrosión.

##### - Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad UNESA de acuerdo a la RU 1303A.

##### - Alumbrado

No dispone.

#### - Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

#### - Cimentación

Para la ubicación de los edificios CMS-21 es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

#### - Características Detalladas

Puertas de acceso peatón: 1 Puerta

Dimensiones exteriores

Longitud: 2355 mm

Fondo: 1370 mm

Altura: 2496 mm

Altura vista: 1920 mm

Peso: 2800 kg

Dimensiones de la excavación

Longitud: 3668 mm

Fondo: 2733 mm

Profundidad: 676 mm

#### - servicios auxiliares

Las celdas telemandables se alimentan desde el exterior en BT a través de CGP-7.

#### 1.8.4 EQUIPO ELÉCTRICO.

##### 1.8.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN.

La red de la cual se alimenta el CSI es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,1 kA.

La intensidad de defecto a tierra  $I_d = 500$  A

Ambos datos son facilitados por i-DE.

##### 1.8.4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.

Características Generales de los Tipos de Aparamenta Empleados en la Instalación.

Celdas: **4 Ud. FUNCIÓN MODULAR CGMcosmos-L de LÍNEA con aislamiento y corte en SF<sub>6</sub>, según NI 50.42.03 (TIPO STAR)**

Celda de Alta Tensión modular de entrada / salida de cables con las siguientes características particulares:

**-Valores eléctricos:**

Tensión asignada Ur:	24 kV
Intensidad asignada:	630 A
Intensidad de corta duración I <sub>k</sub> :	16 kA eficaz – 40 kA cresta 1 s
Clase IAC AF/AFL:	16 kA 1 s

**- Construcción:**

Compartimentos individuales con separación metálica de embarrado – interruptor, de conexión de cables con pasatapas frontales con las 3 fases a la misma altura, mecanismo de maniobras, con esquema sinóptico del circuito principal en la cubierta, y expansión de gases inferior trasera.

Interruptor trifásico categoría E3 (5 CC) según norma IEC 60265-1 de corte en gas SF<sub>6</sub> de 3 posiciones **conectado – seccionado – puesto a tierra** con seccionador de puesta a tierra categoría E2 (5 CC) de capacidad de cierre sobre cortocircuito según norma IEC 62271-102. Ambas secuencias, interruptor y seccionador, ensayadas sobre un mismo elemento.

Mecanismo de maniobra operado mediante palanca, velocidad de accionamiento independiente del operador, con mando **motorizado 48 Vcc** tipo BM, con endurance para el interruptor de clase M2, 5000 maniobras, según norma IEC / UNE-EN 60265-1 y para el seccionador de puesta a tierra de clase M0, 1000 maniobras. Intercambiable en obra en cualquier posición del interruptor sin necesidad de cortar servicio, incorporando elemento de sujeción del interruptor con el mecanismo retirado condenable por candado. Incorpora contactos de señalización de posición del interruptor – seccionador:

Interruptor: 2 NA + 2 NC  
Seccionador de PAT: 1 NA + 1 NC

Indicación de posición segura del interruptor (ensayo de cadena cinemática según IEC 62271-102).

3 Pasatapas de 630 A, tipo C, según norma EN 50181 para conexión mediante terminales enchufables o atornillables (*Ormazabal recomienda conectores Euromold*).

Conjunto de Unión formado por 3 adaptadores elastoméricos con control del campo eléctrico.

**-Telecontrol:**

Relé ekorRCI según NI 50.42.03. (TIPO STAR) en armario de telecontrol.



Sistema de Control integrado con detección de paso de cortocircuitos y faltas a tierra tipo ekorRCI en celda de línea, marca ORMAZABAL, diseñado para instalaciones de telecontrol, con las siguientes características:

- Detección de cortocircuito entre fases desde 5 A a 1200 A.
- Detección de faltas fase-tierra de 0.5 A a 480 A
- Incorpora detección por curvas seleccionables para evitar indicaciones erróneas por corrientes capacitivas.
- Indicación presencia/ausencia trifásica de tensión.
- Función seccionalizador.
- Amperímetro. Medida de intensidades I1, I2, I3 e I0
- Captación de medidas cumpliendo lo especificado en la ET de Supervisión
- Medida de Intensidad con signo con clase mejor del 2% y 5P10 para In=500A
- Medida de tensión (V) con clase del 1,5% para el rango +/-10% de Un, incluyendo sensores y relé
- Medida de potencia activa (P) con un error máximo del 2%
- Medida de potencia reactiva (Q) con un error máximo del 2%
- Captadores de intensidad y tensión instalados y comprobados en fábrica para evitar manipulación incorrecta en campo por terceros.
- Puerto de comunicaciones RS485 preparado para el telemando.
- Señales adicionales para telemando: Estado interruptor (A/C), estado seccionador PAT (A/C), maniobra interruptor, error interruptor...
- Alimentación auxiliar: De 24 Vdc a 125 Vdc.
- Display para tarado/consulta local.

El relé ekorRCI está orientado a las celdas de centros telemandados, alimentándose de la misma fuente que las motorizaciones y la RTU.

Se comunica en red RS485 mediante protocolo PROCOME eliminando el cableado tradicional de mangueras y contactos libres de potencial hacia la remota

1 Kit de 3 toroidales con relación de transformación 1000/1 tipo Ormazabal, integrados en los pasatapas, con los siguientes rangos de medida:

- Medida de fases: 5 A – 1200 A
- Medida de tierra: 0.5 A – 480 A

#### **-Seguridad:**

1 Indicador luminoso autoalimentado de presencia de tensión ekorVPIS de Ormazabal de acuerdo a norma IEC 61958.

1 Alarma sonora autoalimentada de prevención de puesta a tierra ekorSAS de Ormazabal que se activa cuando habiendo tensión eléctrica en la acometida de Alta Tensión, se introduce la palanca en el acceso al eje de accionamiento del seccionador de puesta a tierra. Rango de funcionamiento de acuerdo a IEC 61958. Protección de personas y bienes ante los efectos de un arco interno, según los criterios del Anexo A de la norma IEC 62271-200 en todos los compartimentos clase IAC AFL (opcional).

### Dimensiones y peso:

Ancho:	365 mm
Alto:	1740 mm
Fondo:	735 mm
Peso:	100 kg

### Armario de telecontrol:



Armario de telecontrol sobre celdas, ref. ACC s/NI 35.69.01, de dimensiones adecuadas, conteniendo en su interior, debidamente montados y conexiados, los siguientes aparatos y materiales:

Figura 2. Unidad remota de telemando.

1 Unidad Remota de Telemando (RTU tipo ekorCCP) para comunicación con los relés de la familia ekor que incluyen la siguiente funcionalidad:

- Maniobra e indicación de cada interruptor.
- Indicación del estado de los seccionadores de tierra.
- Indicación de paso de falta de fases y tierra.
- Activación e indicación del seccionizador automático.
- Indicación de presencia de tensión en cada fase.
- Medidas de intensidad de cada fase y residual.
- Indicación de disparos del interruptor automático.
- Activación e indicación del reenganchador.
- Activación e indicación del estado protecciones.
- Disparo celda de transformador.
- Anomalía posición.
- Supervisión interruptor.

Funcionalidad adicional con captación directa:

- Indicación de disparo magnetotérmicos de alimentación motores, mando y alimentación 230Vca.
- Alarmas de batería baja, fallo cargador y falta Vca.
- Local/Telemando.
- Automatismos en servicio/ Fuera de servicio
- Posibilidad de indicación de presencia de personal.
- Otras alarmas generales del Centro (agua, humos, etc.)

- 1 Equipo cargador-batería protegido contra cortocircuitos, con las siguientes características técnicas:
  - Alimentación. Tensión: 230 Vca  $\pm$  20% monofásica.
  - Frecuencia: 50 Hz  $\pm$  5%
  - Aislamiento a la entrada de 10kV/1min, resto de grupos 2,5kV/1min.
  - Rectificador. Tensión nominal de salida: 48 Vcc  $\pm$  15%.
  - Intensidad de salida: 5 A.
  - Batería de Pb vida mínima de 5 años.
  - Capacidad nominal 18 Ah a 48 V. c.c.
- 1 Transformador de ultraaislamiento 2 kVA, según NI 35.69.01.
- 1 Compartimento de comunicaciones con bandeja extraíble y bornes de conexión seccionables de 12 y 48 Vcc. Interconexiones a módem con conectores DB9+DB25 instaladas.

#### 1.8.4.3 CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LA APARAMENTA DE BT.

#### **Alimentación externa de BT para Sistemas Auxiliares y Automatización**

La alimentación en baja tensión para los Sistemas Auxiliares, de automatización y comunicaciones, se realizará preferentemente desde la red de distribución de BT existente, siempre y cuando sea de 230 V (fase-neutro).

El Centro de Seccionamiento deberá incorporar:

- Una caja de protección tipo CGP-7, según documento NI 76.50.01 “Especificación Particular - Cajas generales de protección (CGP)” .
- Una caja de protección de servicios auxiliares tipo CSACT-2, con características basadas en el documento informativo NI 50.48.01 “Caja de protección de servicios auxiliares para centros de transformación” , u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

#### **Canalizaciones de BT**

La acometida de BT a la CGP será con cable de aluminio XZ1 (S) de 50 mm<sup>2</sup> según NI 56.37.01.

El cableado que va desde la CGP- 7 a la caja de Servicios Auxiliares CSAT-2 será con cable RZ de 16 mm<sup>2</sup>, según documento NI 56.36.01.

El cableado que va desde la salida de la caja de Servicios Auxiliares CSACT-2 al armario de automatización será con cable ROZ1-K de 2,5 mm<sup>2</sup>, según el documento informativo NI 56.30.17, u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista

#### **Otros componentes**

- Interruptor automático magnetotérmico bipolar con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC) para protección y mando de la entrada de 220 Vac.
- Interruptor automático magnetotérmico bipolar con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC) para protección de los equipos de control del armario.
- Interruptor automático magnetotérmico bipolar con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC) para protección de los equipos de control de las celdas.
- Interruptor automático magnetotérmico bipolar con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC) para protección de los equipos de mando.
- Maneta Local / Telemando.
- Piloto luminoso tipo P9, de indicador de presencia de tensión en la entrada de 220 Vca.
- Base de enchufe tipo Schuco, de 2 P + T.
- Interconexiones entre el armario de control y las celdas de alta tensión vía RS-485.
- Bornas, accesorios y pequeño material.

#### 1.8.4.4 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE ALTA TENSION Y BAJA TENSIÓN.

Las acometidas de Alta y Baja Tensión cumplirán lo indicado en el documento particular MT 2.03.20. Al Centro de Seccionamiento se acometerá siempre que sea posible con una arqueta de AT y otra arqueta de BT en caso de que haya alimentación de BT externa al Centro de Transformación. Dichas arquetas se realizarán según MT 2.31.01 “Proyecto tipo de línea subterránea de hasta 30 kV” y se situarán en el exterior del Centro de Transformación. El acceso de las líneas de AT y BT al interior del Centro de Transformación se realizará única y exclusivamente desde estas arquetas.

En la acometida de cable se dejará una coca lo suficientemente larga para que cualquier cable de AT se pueda conectar en cualquier posición.

Los cables de AT irán entubados en tubos de 160 mm. En caso de que la alimentación de BT sea externa al Centro de Transformación, dichos cables irán entubados en un tubo de 110 mm.

Las entradas y salidas de cables irán selladas adecuadamente mediante sistemas que garanticen la estanqueidad.

#### 1.8.5 PUESTA A TIERRA.

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el CSI se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, armadura del edificio, las rejillas y puertas metálicas del centro.

Designación Envolvente	Electrodo a utilizar			
	≤ 20 kV		30 kV**	
	Pantallas conectadas	Pantallas desconectadas	Pantallas conectadas	Pantallas desconectadas
CTS	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ max =1000 Ωm)	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ max =500- 1000 Ωm)*	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ max =600- 1000 Ωm)*	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ max =300- 500 Ωm)*
CTPS	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ max =1000 Ωm)	-----	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ max =900- 1000 Ωm)*	-----
CTIC	-----	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ max =500-600 Ωm)*	-----	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ max =300- 400 Ωm)*
CTC	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ max =1000 Ωm)	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ max =500-600 Ωm)*	-----	-----
CTOU	CPT-CTL- 5P2 (ρ max =1000 Ωm)	-----	CPT-CTL- 8P2 (ρ max =600 Ωm)	-----
CTCOU	CPT-CTL- 5P2 (ρ max =1000 Ωm)	-----	-----	-----

Tabla 3. Electrodo a emplear dependiendo de la tensión nominal, pantallas de los cables y la accesibilidad, según MT 2.11.33.

### 1.8.5.1 TIERRA DE PROTECCIÓN.

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el CSI se unen a la tierra de protección: armadura de la envolvente prefabricada, aparamenta de AT, que estará conectada al cable de tierra en dos puntos, pantalla de los cables HEPRZ1, las puertas y rejillas, cualquier armario metálico instalado en el CSI, así como los armarios de telegestión y comunicaciones.

**CPT:** Configuración de Puesta a Tierra

**CT:** Centro de transformación

**CTL:** Centro de transformación tipo Lonja

**A:** Anillo formado por conductor de cobre de 50 mm<sup>2</sup>

**(XxY):** Dimensiones del anillo (A 1 m del perímetro de la envolvente del Centro de Seccionamiento)

**5/8P2:** Número de picas (5 u 8) y longitud de las picas (2 m)

Se elige **CPT-CT-A-3,5x4,5-8P2**. MT.2.11.33 de mayo de 2019.

### 1.8.5.2 TIERRA DE SERVICIO.

No procede.

## 1.9 PLANIFICACIÓN.

Las diferentes etapas del proyecto son:

1. Preparación del terreno.
2. Puesta a tierra de protección.
3. Cimentación del edificio y nivelado en arena.
4. Introducción de LSAT
5. Conexiones en AT.
6. Conexiones en BT
7. Puesta en marcha

### 1.10 LIMITACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS.

De acuerdo al apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del RD 337/2014, se debe comprobar que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

Mediante ensayo tipo se comprueba que los centros de seccionamiento de Ormazabal especificados en este proyecto no superan los siguientes valores del campo magnético a 200 mm del exterior del centro de transformación, según el Real Decreto 1066/2001:

- Inferior a 100 μT para el público en general
- Inferior a 500 μT para los trabajadores (medido a 200 mm de la zona de operación)



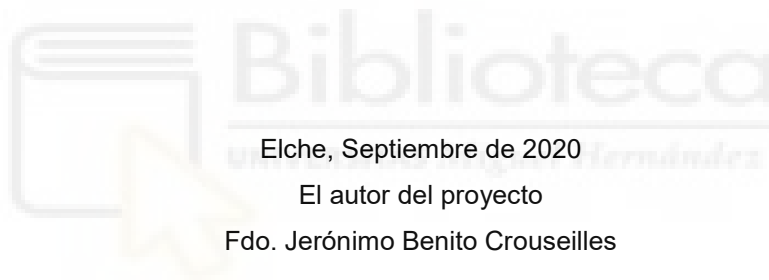
Dicho ensayo tipo se realiza de acuerdo al Technical Report IEC/TR 62271-208, indicado en la norma de obligado cumplimiento UNE-EN 62271-202 como método válido de ensayo para la evaluación de campos electromagnéticos en centros de transformación prefabricados de alta/baja tensión.

En el caso específico en el que los centros de seccionamiento se encuentren ubicados en edificios habitables o anexos a los mismos, se observarán las siguientes condiciones de diseño:

- a) Las entradas y salidas al centro de seccionamiento de la red de alta tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán una **disposición en triángulo y formando ternas**.
- b) La red de baja tensión se diseñará igualmente con el criterio anterior.
- c) Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se **diseñarán evitando paredes y techos** colindantes con viviendas.
- d) No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado posible de estos locales.

#### 1.11 LIMITACIÓN DEL RUIDO TRANSMITIDO.

El nivel de ruido originado por el centro de seccionamiento cumple con los requisitos reglamentarios exigidos en el RD 1367/2007, y por tanto con las exigencias establecidas en la ITC-RAT 14, ya que al tratarse de un centro de seccionamiento (sin transformador) no existen fuentes con emisión acústica.



## 2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

### 2.1 INTENSIDAD EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.

No procede.

### 2.2 INTENSIDAD EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.

No procede.

### 2.3 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de AT, valor especificado por la compañía eléctrica.

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} = 10,10 \text{ kA}$$

Donde:

$S_{cc}$  potencia de cortocircuito de la red [350 MVA]

$U_p$  tensión de servicio [20 kV]

$I_{ccp}$  corriente de cortocircuito [kA]

### 2.4 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.

No procede.

### 2.5 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas y cuadros de baja tensión.

### 2.6 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.

No procede.

### 2.7 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

No procede.

### 2.8 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.

No procede.

### 2.9 CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

Toda instalación eléctrica deberá disponer de una protección o instalación de tierra diseñada en forma tal que, en cualquier punto normalmente accesible del interior o exterior de la misma donde las personas puedan circular o permanecer, éstas queden sometidas como máximo a las tensiones de paso y contacto (durante

cualquier defecto en la instalación eléctrica o en la red unida a ella) que resulten de la aplicación de las fórmulas que se recogen a continuación. (ITC-RAT 13).

DATOS DE PARTIDA:

- Tensión nominal de la línea  $V_n = 20$  kV
- Factor de tensión que tiene en cuenta la variación de la tensión en el espacio y en el tiempo  $C = 1,1$ .
- Según Norma UNE-EN 60909-1
- Reactancia equivalente de la subestación:  $X_{LTH} = 25,4\Omega$
- Intensidad de defecto a tierra:  $I_{1F} = 500$  A
- Resistividad del terreno:  $\varphi_s = 150$   $\Omega$ m
- Característica de actuación de las protecciones de Iberdrola:  $I_{1FP} \times t = 400$
- Tipo de pantalla de los cables: conectadas en CSI y CTs
- Numero de Cts. conectados a través de pantallas:  $N=3$
- Nivel de aislamiento de los cuadros de BT:  $V_{bt} = 10$  kV
- Resistividad del hormigón:  $\varphi_H = 3000$   $\Omega$ m
- Edificio prefabricado CMS-21 de dimensiones 1,370x2,355 m
- Electrodo utilizado: rectángulo perimetral 3,5x4,5 metros+8 picas.
- $Z_B$  (impedancia del cuerpo humano) = 1000  $\Omega$
- $R_{a1}$  (Resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante) = 2000  $\Omega$
- $R_{a2}$  (Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno de un pie) = 3  $\varphi_s$

### 2.9.1 PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.

Teniendo en cuenta las tensiones aplicadas máximas establecidas en ITC-RAT 13, al proyectar una instalación de tierras se seguirá el procedimiento que sigue:

- Investigación de las características del suelo.
- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente de eliminación del defecto.
- Diseño preliminar de la instalación de tierra.
- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.
- Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el exterior e interior de la instalación.
- Comprobar que las tensiones de paso y contacto calculadas en 5 son inferiores a los valores máximos admisibles.
- Investigación de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, pantallas o armaduras de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos, y estudio de las formas de eliminación o reducción.
- Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

Después de construida la instalación de puesta tierra, se harán las comprobaciones y verificaciones precisas in situ, y se efectuarán los cambios necesarios que permitan alcanzar valores de tensión aplicada inferiores o iguales a los máximos admitidos.

### 2.9.2 INSTALACIÓN DE TIERRA GENERAL.

Elementos a conectar a tierra por motivos de protección

Se pondrán a tierra las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones. Se pondrán a tierra los siguientes elementos:

- Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- Elementos de la construcción: Los elementos metálicos de la construcción en edificaciones que alberguen instalaciones de alta tensión, deberán conectarse a tierra de acuerdo con las indicaciones siguientes. En los edificios de estructura metálica, ésta y los demás elementos metálicos, tales como puertas, ventanas, escaleras, barandillas, tapas y registros, etc., deberán ser conectados a tierra. En los edificios destinados a instalaciones de tercera categoría contruidos con materiales tales como hormigón armado o en masa, ladrillo o mampostería, las puertas, ventanas, escaleras, tapas y registros podrán no conectarse al circuito de tierra y dejarse aisladas del mismo, siempre que en el diseño de la instalación se adopten las medidas necesarias para evitar la puesta a tensión de estos elementos por causa de un defecto o avería. En los centros de transformación prefabricados según la norma UNE-EN 62271-202 estas medidas serán garantizadas por el fabricante. En centros de transformación subterráneos, dada la dificultad que presenta la separación eléctrica entre la escalera y su tapa de acceso, es necesario disponer ambos elementos en las mismas condiciones de puesta a tierra, bien aislados de la instalación de tierra general, o bien conectados a dicha instalación. En cualquier caso, en los edificios de hormigón armado las armaduras deberán ser puestas a tierra.
- Las vallas y cercas metálicas.
- Las columnas, soportes, pórticos, etc.
- Las estructuras y armaduras metálicas de los edificios que contengan instalaciones de alta tensión.
- Las armaduras metálicas de los cables.
- Las tuberías y conductos metálicos.
- Las carcasas de transformadores, generadores, motores y otras máquinas.
- Hilos de guarda o cables de puesta a tierra de las líneas aéreas.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.
- Pantalla de separación de los circuitos primario y secundario de los transformadores de medida o protección.

### 2.9.3 ELEMENTOS A CONECTAR A TIERRA POR MOTIVOS DE SERVICIO.

No procede.

### 2.9.4 INVESTIGACIÓN DE LAS CARÁCTERÍSTICAS DEL SUELO.

En las instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra ( $I_a$ ) inferior o igual a 1500 A no será obligatorio realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno, pudiéndose estimar su resistividad por medio de la tabla 2 de ITC-RAT 13, en las que se dan unos valores orientativos. Para intensidades de cortocircuito a tierra superiores a 1000 A, si el proyectista utiliza en sus cálculos resistividades del terreno inferiores a 200  $\Omega \cdot m$  deberá justificar dicho valor mediante un estudio que incluya mediciones de la resistividad.

Se adopta una resistividad del terreno de  $\varphi_s = 150 \Omega.m$  ya que tenemos que  $I_d = 500 A < 1000 A$

### 2.9.5 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.

- Designación de electrodo (según RAT y MT 2.11.33.ed.03 de mayo de 2019 especificaciones particulares para el diseño de puesta a tierra para centros de transformación de tensión nominal  $\leq 30$  kV): rectángulo perimetral equipotencial 3,5x4,5 metros formado por conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup>+8 picas de 2 m.  $K_r = 0,08175 \Omega/\Omega.m$ ,  $K_{p.t-t} = 0,01764 V/(\Omega.m) A$ ,  $K_{p.a-t} = 0,04063 V/(\Omega.m) A$  con pantallas conectadas y accesibilidad con calzado y sin calzado.

Designación del electrodo	$\rho \text{ max } (\Omega.m)$											$K_r$ $\left(\frac{\Omega}{\Omega.m}\right)$	$K_{p.t-t}$ $\left(\frac{V}{(\Omega.m).A}\right)$	$K_{p.a-t}$ $\left(\frac{V}{(\Omega.m).A}\right)$	
	pantallas conectadas a un apoyo			pantallas conectadas a un CT											
	20 kV con $I_{Irp}=2228 A$	20 kV con $I_{Irp}=1000 A$	<20 kV o 20 kV con $I_{Irp}=500 A$	20 kV con $I_{Irp}=2228 A$			20 kV con $I_{Irp}=1000 A$			20 kV con $I_{Irp}=500 A$					<20 kV
				N=2	N=4	N=8	N=1	N=2	N=4	N=1	N=2				
CPT-CT-A-(3x4)+8P2	100	300	500	200	400	700	300	500	900	700	1000	1000	0,08800	0,01943	0,04414
CPT-CT-A-(3x4.5)+8P2	100	300	500	200	400	700	300	500	900	700	1000	1000	0,08491	0,01859	0,04241
CPT-CT-A-(3x5)+8P2	100	300	600	200	400	700	300	500	900	700	1000	1000	0,08210	0,01784	0,04085
CPT-CT-A-(3x5.5)+8P2	100	300	600	200	400	700	300	500	900	700	1000	1000	0,07952	0,01717	0,03942
CPT-CT-A-(3x6)+8P2	100	300	600	200	400	700	300	500	900	700	1000	1000	0,07714	0,01656	0,03811
CPT-CT-A-(3x6.5)+8P2	100	300	600	200	400	700	400	500	900	800	1000	1000	0,07494	0,01600	0,03690
CPT-CT-A-(3x7)+8P2	100	300	600	200	400	700	400	500	900	800	1000	1000	0,07288	0,01549	0,03578
CPT-CT-A-(3.5x4)+8P2	100	300	500	200	400	700	300	500	900	700	1000	1000	0,08465	0,01843	0,04224
CPT-CT-A-(3.5x4.5)+8P2	100	300	600	200	400	700	300	500	900	700	1000	1000	0,08175	0,01764	0,04063
CPT-CT-A-(3.5x5)+8P2	100	300	600	200	400	700	300	500	900	700	1000	1000	0,07911	0,01695	0,03917
CPT-CT-A-(3.5x5.5)+8P2	100	300	600	200	400	700	300	500	900	700	1000	1000	0,07669	0,01633	0,03784
CPT-CT-A-(3.5x6)+8P2	100	300	600	200	400	700	400	500	900	800	1000	1000	0,07445	0,01576	0,03661
CPT-CT-A-(3.5x6.5)+8P2	100	300	600	200	400	700	400	500	900	800	1000	1000	0,07237	0,01524	0,03547
CPT-CT-A-(3.5x7)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	500	900	800	1000	1000	0,07043	0,01476	0,03441
CPT-CT-A-(4x5)+8P2	100	300	600	200	400	700	300	500	900	700	1000	1000	0,07643	0,01613	0,03768
CPT-CT-A-(4x5.5)+8P2	100	300	600	200	400	700	400	500	900	800	1000	1000	0,07414	0,01555	0,03643
CPT-CT-A-(4x6)+8P2	100	300	600	200	400	700	400	500	900	800	1000	1000	0,07202	0,01502	0,03527
CPT-CT-A-(4x6.5)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,07005	0,01454	0,03420

Tabla 4. Designación del electrodo para Centros de Transformación prefabricados de hormigón de superficie (CTS) y Centros de Seccionamiento independientes (CSI). Tensión nominal  $\leq 20$  kV. Pantallas de los cables: conectado. Accesibilidad: con calzado y sin calzado, según MT 2.11.33.

- N: Mínimo número de CTs adicionales conectados a través de pantallas (3).
- $K_r$ : Coeficiente de resistencia de puesta a tierra=0,08175.
- $K_{p.t-t}$ : Coeficiente de tensión de paso terreno-terreno= 0,01764.
- $K_{p.a-t}$ : Coeficiente de tensión de paso acera-terreno=0,04063.
- $K_r$ : Coeficiente de resistencia de puesta a tierra más desfavorable de los CT adicionales=0,088  $\Omega/\Omega.m$

### 2.9.6 CÁLCULO DEL SISTEMA DE TIERRA.

El valor máximo de la resistencia de puesta a tierra, en función de la tensión de red y del tipo de conexión de las pantallas del centro de seccionamiento será:

Tensión nominal de la red $U_n$ (kV)	Conexión de las pantallas	Máximo valor de la resistencia de puesta a tierra ( $\Omega$ )
$\leq 20$ kV	Desconectado	50
	Conectado	100
30 kV	Desconectado	30
	Conectado	60

Tabla 5. Valores máximos de la resistencia a tierra en CSI, según MT 2.11.33.

Resistencia de puesta a tierra de protección del CSI según el electrodo elegido:

$$R_T = K_r \times \rho_s = 0,08175 * 150 = 12,26\Omega < 100\Omega \quad \text{Cumple}$$

### 2.9.7 DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.

En las instalaciones de AT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

#### Intensidad de defecto

Los distintos sistemas de puesta a tierra de servicio en la red de distribución de Alta Tensión de Iberdrola, dan lugar a un circuito equivalente Thévenin para el fallo monofásico.



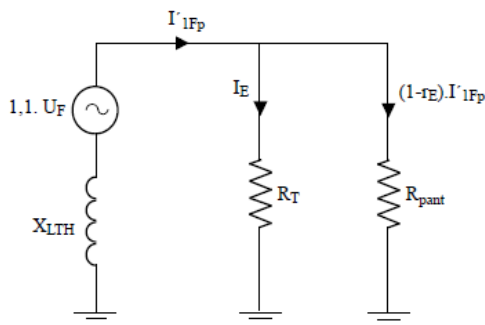


Figura 3. Equivalente Thévenin para el cálculo de la intensidad máxima de defecto a tierra en redes con puesta a tierra por reactancia, teniendo en cuenta la resistencia de puesta a tierra de protección del Centro de Transformación  $R_T$ . Y la resistencia equivalente de las pantallas de los cables subterráneos de Alta Tensión y de sus puestas a tierra,  $R_{pant}$ , según MT 2.11.33.

Para el cálculo de las intensidades de las corrientes de defecto a tierra y de puesta a tierra, se ha de tener en cuenta la forma de conexión del neutro a tierra en la ST, la configuración y características de la red durante el período subtransitorio, la resistencia de puesta a tierra del electrodo considerado,  $R_T$ , y la resistencia de puesta a tierra de las pantallas de los cables subterráneos de alta tensión y de sus puestas a tierra,  $R_{pant}$ , si ha lugar. La  $R_{pant}$  variará dependiendo del número (N) de CTs conectados a través de las pantallas de los cables.

MT 2.11.33 ed. 03 mayo de 2019.

Calculo de la intensidad de la corriente de defecto a tierra de la instalación alimentada desde línea subterránea con las pantallas conectadas:

### Resistencia PAT de los CT adicionales

$$R_{PANT} = \frac{\rho_s \times K_r}{N} = \frac{150 \times 0,088}{3} = 4,4 \Omega$$

La resistencia de puesta a tierra obtenida a través de las pantallas es  $R_{pant} = 4,4 \Omega$

Siendo  $R_{TOT}$  el paralelo de las resistencias del CSI y del resto de CTs conectados a través de las pantallas de los cables

$$R_{TOT} = \frac{R_T \times R_{PANT}}{R_T + R_{PANT}} = \frac{12,26 \times 4,4}{12,26 + 4,4} = 3,24 \Omega$$

$r_E$  = relación entre la corriente que circula por el electrodo y la corriente de defecto a tierra.

$$r_E = \frac{R_{TOT}}{R_T} = \frac{3,24}{12,26} = 0,264$$

### La intensidad de defecto a tierra

$$I'_{1FP} = \frac{1,1 \times U_n}{r_E \times \sqrt{3} \sqrt{R_T^2 + \left( \frac{X_{LTH}}{r_E} \right)^2}} = \frac{1,1 \times 20000}{0,264 \times \sqrt{3} \sqrt{12,26^2 + \left( \frac{25,4}{0,264} \right)^2}} = 496 A$$

### Tiempo de disparo de la protección

La característica de actuación de las protecciones, para el caso de faltas a tierra, para las instalaciones de Iberdrola con tensiones nominales  $\leq 30$  kV, cumple con las relaciones indicadas en la siguiente tabla:

Característica de actuación de las protecciones	$U_n$ (kV)
$I'_{1F} \cdot t = 400$	$\leq 20$ kV
$I'_{1FP} \cdot t = 400$	
$I'_{1F} \cdot t = 2200$	30 kV
$I'_{1FP} \cdot t = 2200$	

Tabla 6. Característica de actuación de las protecciones en caso de defecto a tierra, según MT 2.11.33.

$$I'_{1FP} \cdot t = 400 \quad t = \frac{400}{I'_{1FP}} = \frac{400}{496} = 0,80$$

Las protecciones actúan en tiempos iguales o inferiores a los resultantes de las fórmulas, para cada intensidad, y siempre que las resistencias de puesta a tierra sean **inferiores a 30  $\Omega$  en 30kV y 50  $\Omega$  en 20kV** o tensiones inferiores. (MT2.03.20)

#### 2.9.8 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO EN LA INSTALACIÓN.

##### Tensión de contacto aplicada

Valor máximo admisible de la tensión aplicada  $V_{ca}$  para un tiempo de disparo de 0,80 s

Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada $U_{ca}$ en función de la duración de la corriente de falta $I'_{1FP}$ (s)	
Duración de la corriente de falta, $t_F$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, $U_{ca}$ (V)
0,05	735
0,10	633
0,20	528
0,30	420
0,40	310
0,50	204
0,60	185
0,70	165
0,80	146
0,90	126
1,00	107
2,00	90
5,00	81
10,00	80
>10,00	50

Tabla 7. Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada  $U_{ca}$  en función de la duración de la corriente de falta  $t_F$ . Según ITC-RAT 13.

La  $V_{ca}$  máxima admisible en la instalación es de **146 V** (ITC-RAT-13).

### Tensión de contacto máxima

$V_{ca}$ = Tensión de contacto aplicada admisible. Tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre una mano y los pies. Solo se tiene en cuenta la impedancia propia del cuerpo humano.

$V_c$ = Tensión de contacto máxima admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas considerando resistencias adicionales (calzado, resistencia del punto de contacto...)

La tensión de contacto máxima admisible en la instalación en servicio será:

$$V_c = V_{ca} \left( 1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2ZB} \right) = 146 \left( 1 + \frac{2000 + 3 \times 150}{2 \times 1000} \right) = 325V$$

### Tensión de contacto

Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión de contacto.

Con objeto de evitar el riesgo por tensión de contacto en el exterior, se emplazará en la superficie, una acera perimetral de hormigón a 1,2 m de las paredes del centro de seccionamiento. Embebido en el interior de dicho hormigón se instalará un mallazo electro soldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,3 x 0,3 m, a una profundidad de al menos 0,1 m. Este mallazo se conectará a la puesta a tierra de protección del centro de seccionamiento al menos en cuatro puntos.

Con objeto de evitar el riesgo por tensión de paso y contacto en el interior, en el piso del centro de seccionamiento se instalará 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, esté 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.

La medida real obtenida ha de ser inferior a 325 V.

### Tensión de defecto

Se verificará que la tensión que aparece en la instalación en caso de falta sea inferior a la tensión de aislamiento de los cuadros de BT del Centro de Seccionamiento, en este caso 10 kV.

La tensión de defecto máxima se obtendrá:

$$V'_d = I'_{1FP} \times R_{TOT} = 496 \times 3,26 = 1.617V < V_{bt} = 10.000V \text{ Cumple}$$

### Tensión de paso

Cálculo de la tensión de paso máxima que aparece en la instalación cuando se produce el defecto a tierra: (al estar conectadas las pantallas  $I_E = r_E \times I'_{1FP}$ )

$$I_E = 0,264 \times 496 = 132 \text{ A}$$

Con los pies en el terreno:

$$V'_{P1} = K_{pt-t} * \rho_s * I_E = 0,01764 * 150 * 132 = 349,27 \text{ V}$$

Con un pie en la acera y otro en el terreno (tensión de paso en el acceso)

$$V'_{P2} = K_{pa-t} * \rho_s * I_E = 0,04063 * 150 * 132 = 804,47 \text{ V}$$

### Calculo de la tensión de paso máxima aplicada a la persona

a) Con los pies en el terreno:

$$V'_{Pa1} = \frac{V'_{P1}}{1 + \frac{2R_{a1} + 3\rho_s + 3\rho_s}{Z_B}} = \frac{349,27}{1 + \frac{2 \times 2000 + 3 \times 150 + 3 \times 150}{1000}} = 59,20 \text{ V}$$

b) Con un pie en la acera y otro en el terreno

$$V'_{Pa2} = \frac{V'_{P2}}{1 + \frac{2R_{a1} + 3\rho_s + 3\rho_h}{Z_B}} = \frac{804,47}{1 + \frac{2 \times 2000 + 3 \times 150 + 3 \times 3000}{1000}} = 55,67 \text{ V}$$

Los valores admisibles de la tensión de paso aplicada entre los dos pies de una persona, considerando únicamente la propia impedancia del cuerpo humano sin resistencias adicionales como las de contacto con el terreno o las del calzado se define como diez veces el valor admisible de la tensión de contacto aplicada, según ITC-RAT-13 ( $V_{pa} = 10 V_{ca}$ )

$V_{pa}$  = Tensión de paso aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre los dos pies. ( $V_{pa} = 10 V_{ca}$ ).

$V_p$  = Tensión de paso máxima admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas, considerando resistencias adicionales (por ejemplo, resistencia a tierra del punto de contacto, calzado, presencia de superficies de material aislante).

La tensión de paso aplicada

$$V_{pa} = 10 * V_{ca} = 10 * 146 = 1460 \text{ V}$$

$$V'_{pa2} = 55,67 \text{ V} < 1460 \text{ V} \text{ Cumple.}$$

$$V'_{pa1} = 59,20 \text{ V} < 1460 \text{ V} \text{ Cumple.}$$

La tensión de paso máxima admisible con calzado  $V'_p$

$$V'_p = V_{pa} \left( 1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{ZB} \right) = 10 \times V_{ca} \left( 1 + \frac{2R_{a1} + 6\phi_s}{1000} \right) = 10 \times 146 \left( 1 + \frac{2 * 2000 + 6 * 150}{1000} \right) = 8614V$$

$$V'_{p1} \leq V'_{p2} = 804,47V < V'_p = 8614V \text{ Cumple.}$$

Luego el electrodo elegido cumple con RD 337/2014 RAT / ITC-RAT13 y MT 2.11.33 de mayo de 2019.

#### 2.9.9 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA POR MOTIVO DE SERVICIO.

No procede.

#### 2.9.10 DISTANCIA ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA.

No procede.

#### 2.9.11 CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL.

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

Elche, Septiembre de 2020

El autor del proyecto

Fdo. Jerónimo Benito Crouseilles

**3 PRESUPUESTO.**
**PRESUPUESTO DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO INDEPENDIENTE**

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.1	Ud	<b>Preparación y limpieza del terreno.</b>			
		Total Ud .....	1	200	200,00
1.2	Ud	<b>Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de seccionamiento, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo y picas en geometría de anillo rectangular CPT-CT-A-3,5x4,5-8P2.</b>			
		Total Ud .....	1,00	1285,00	1285,00
1.3	Ud	<b>Base de 10 cm en lecho de arena nivelada para asentamiento de edificio prefabricado.</b>			
		Total Ud .....	1,000	152,00	152,00
1.4	Ud	<b>Instalación de puesta a tierra de protección en el interior del edificio de seccionamiento, con el conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup>, grapado a la pared, y conectado a los equipos de AT y demás aparataje así como una caja de tierras.</b>			
		Total Ud .....	1,000	925,00	925,00
1.5	Ud	<b>Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado tipo cms.21 de dimensiones generales aproximadas de 2355 mm de largo por 1370 mm de fondo por 2496 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según IEC 62271-202, transporte, montaje y accesorios.</b>			
		Total Ud .....	1,000	5000,00	5000,00
1.6	Ud	<b>Celda de línea telemandada en módulo metálico de corte y aislamiento integro en gas preparado para una eventual inmersión.</b>			
		Total Ud .....	4,000	4712,00	18848,00
1.7	Ud	<b>Puesta en marcha.</b>			
		Total Ud .....	1,000	200,00	200,00
1.8	Ud	<b>Medida de paso y contacto</b>			
		Total Ud .....	1,000	350,00	350,00
1.9	Ud	<b>Tramites y legalizaciones</b>			
		Total Ud .....	1,000	1875,00	1875,00
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL					28835,00

**ASCIENDE EL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL A LA EXPRESADA CANTIDAD DE VEINTIOCHO MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS.**

Elche, Septiembre de 2020

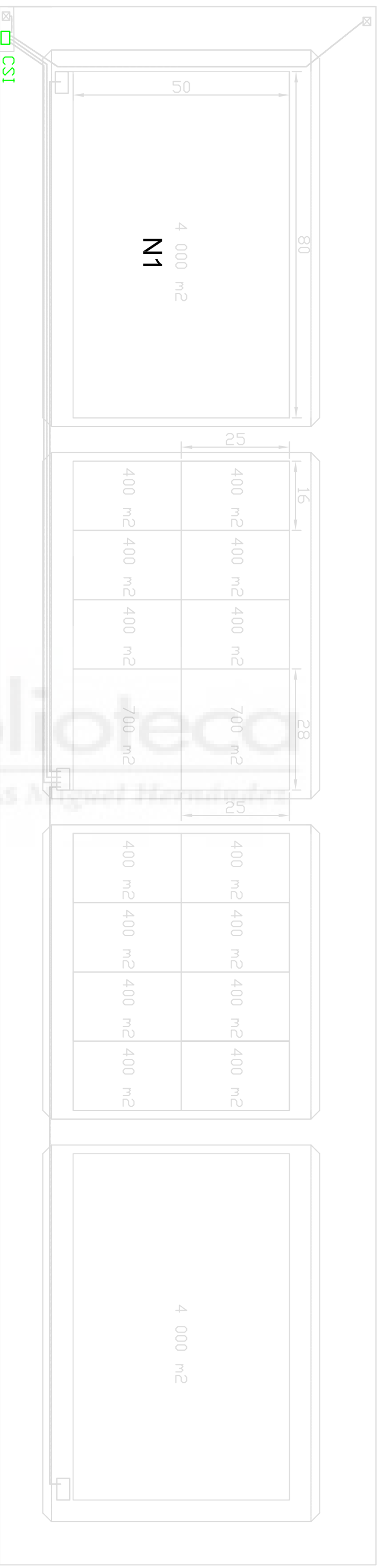
El autor del proyecto

Fdo. Jerónimo Benito Crouseilles

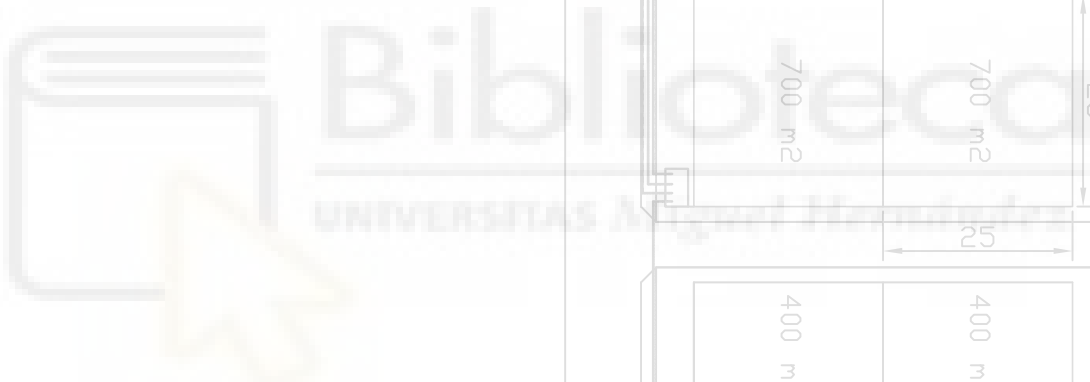



#### 4 PLANOS

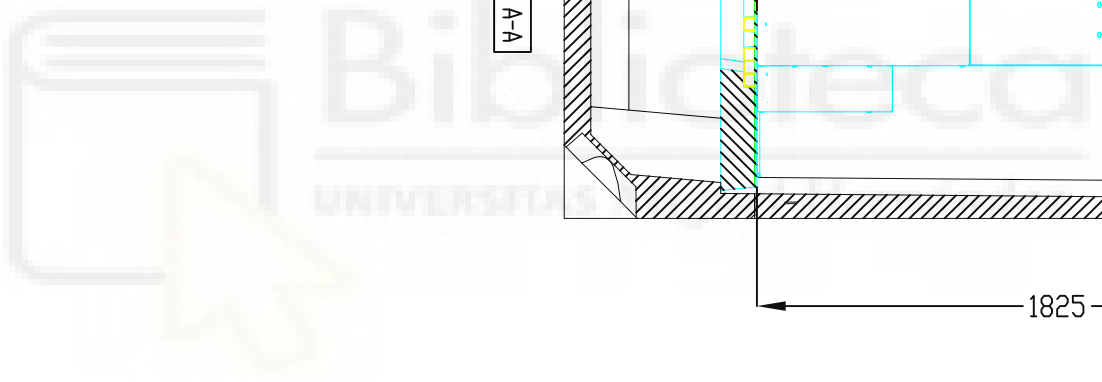
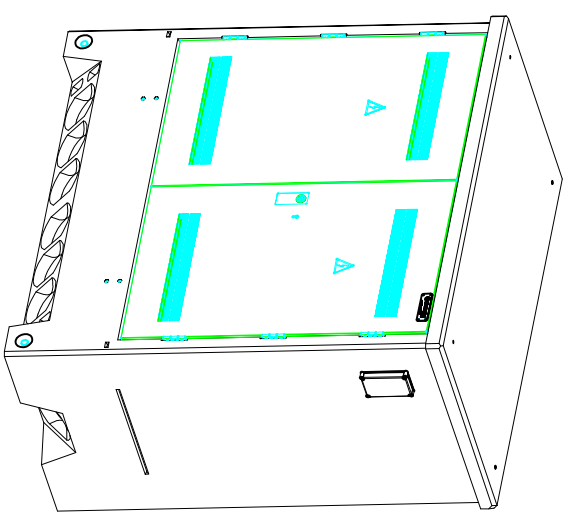
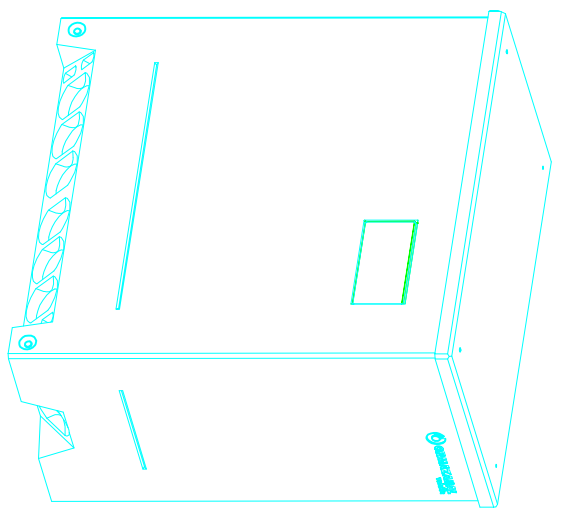
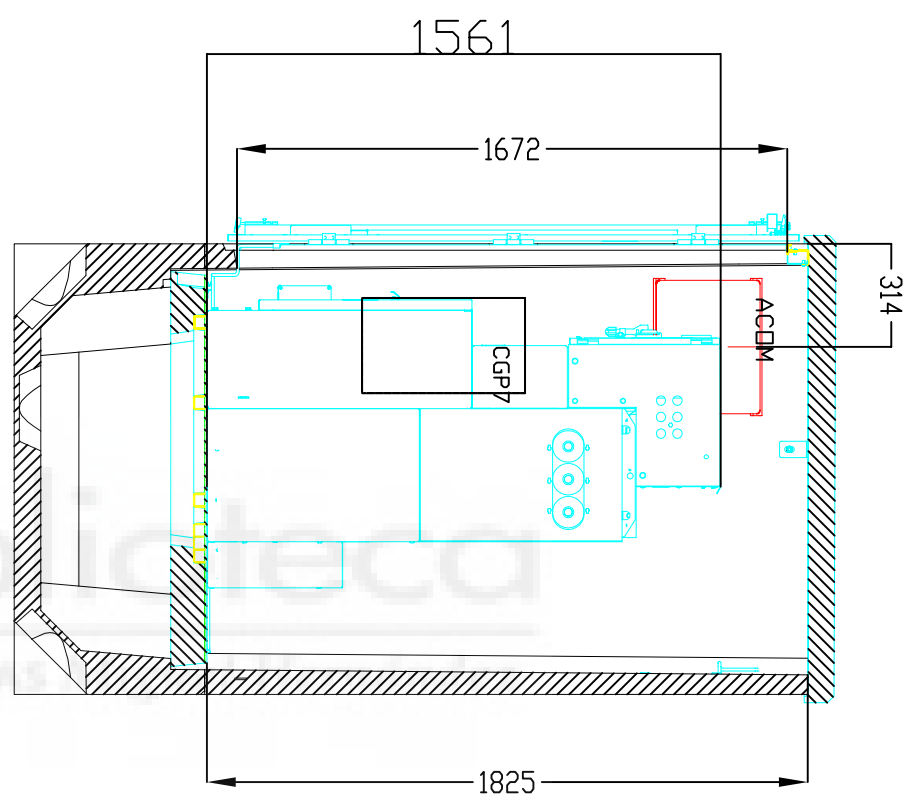
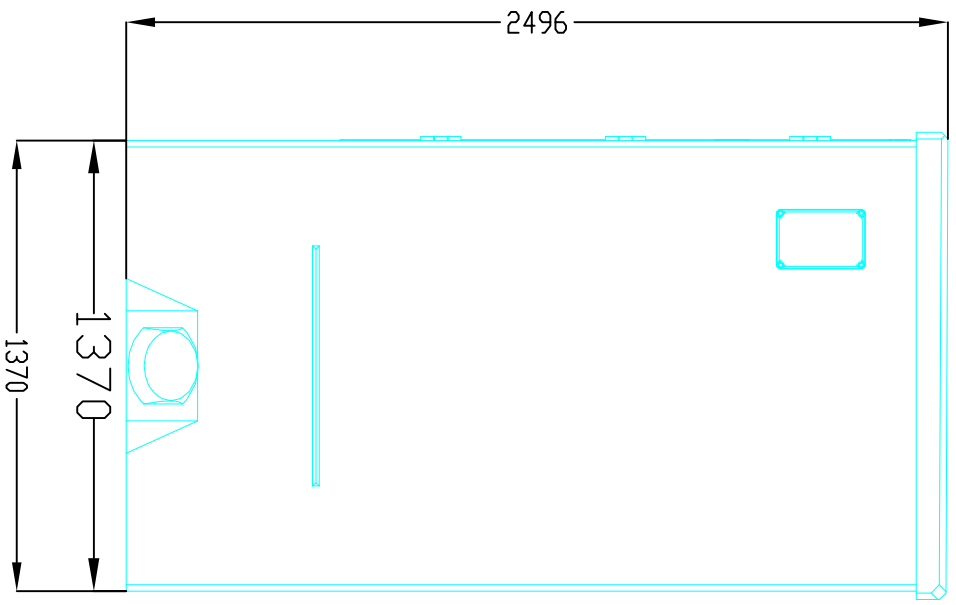





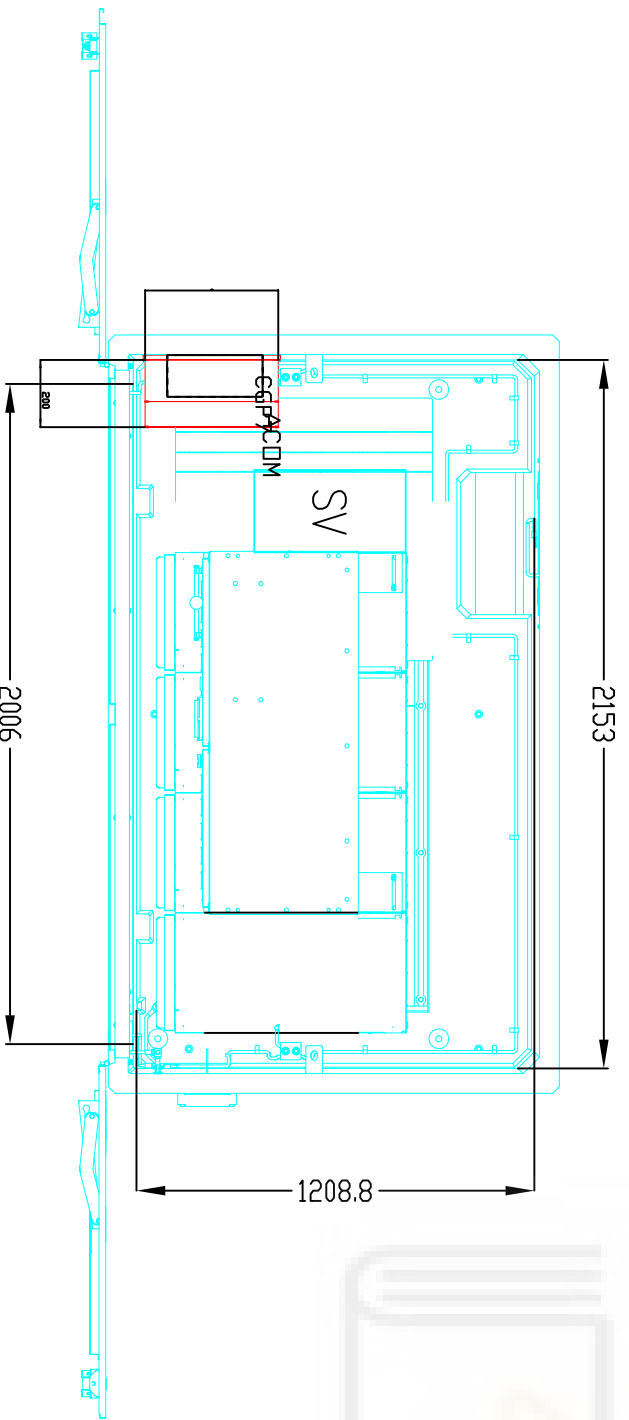
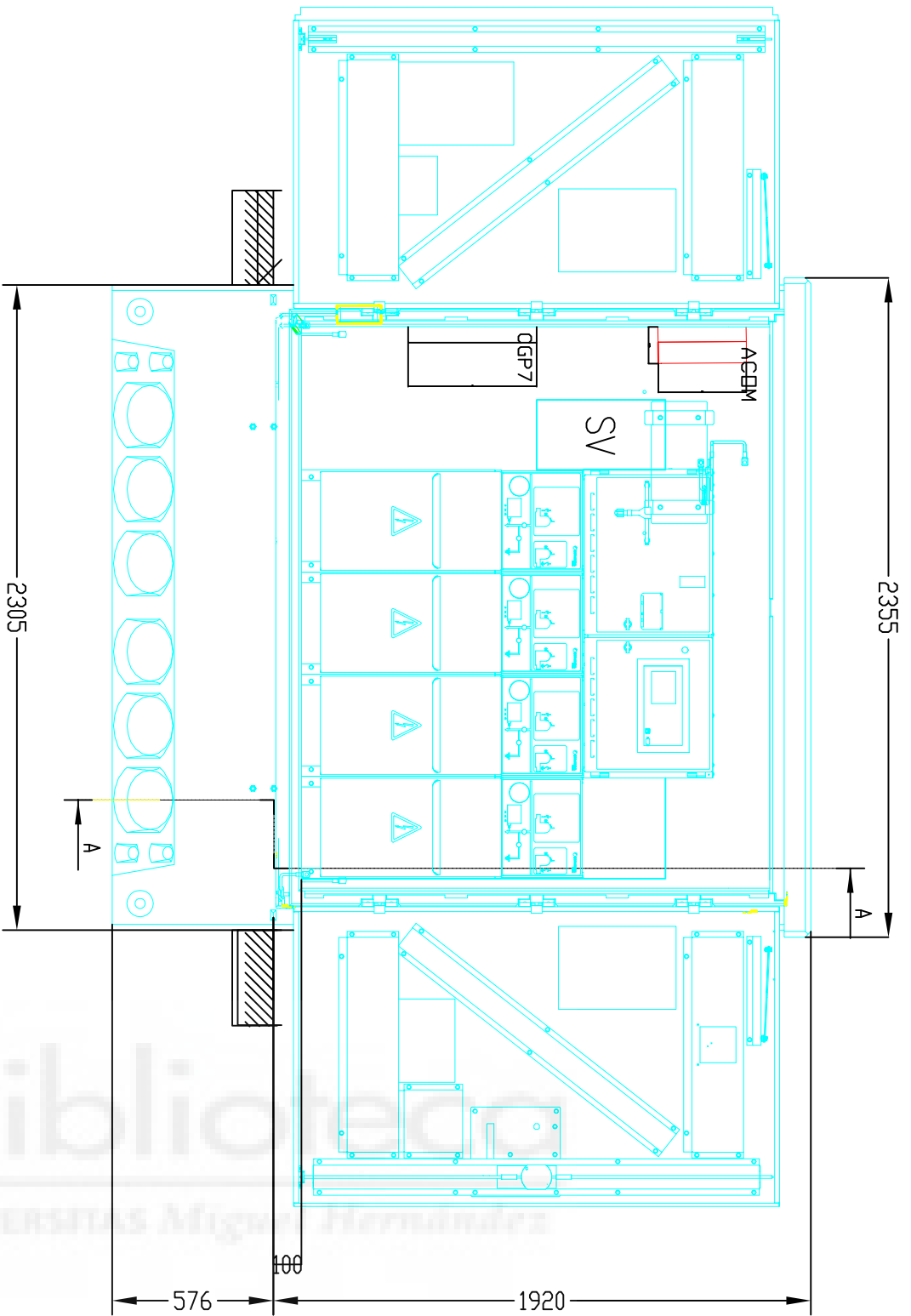
LEYENDA	
Elemento	Descripción
<input type="checkbox"/>	Centro de seccionamiento independiente




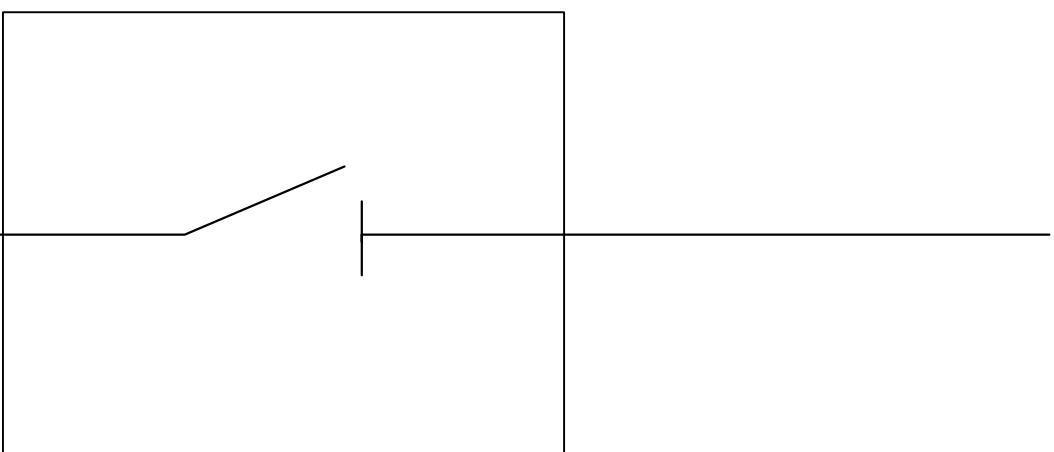
	PLANO:	EMPLAZAMIENTO DEL CSI EN EL POLÍGONO.	PLANO N.º:	<b>1</b>
	ESCALA:	S/E	FECHA:	SEPTIEMBRE 2020
PROYECTO:	CENTRO DE SECCIONAMIENTO INDEPENDIENTE DE MANIOBRA EXTERIOR Y ALIMENTACIÓN DE BT EXTERNA EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO.		SITUACIÓN:	PINOSO (ALICANTE)
			AUTOR:	JERÓNIMO BENTTO CROUSEILLES




 <b>UNIVERSITAT</b> <i>Miguel Hernández</i>	PLANO:	DIMENSIONES DEL EDIFICIO CSI.	PLANO N.º:	<b>2</b>	
	ESCALA:	S/E	FECHA:	SEPTIEMBRE 2020	
PROYECTO:	CENTRO DE SECCIONAMIENTO INDEPENDIENTE DE MANIOBRA EXTERIOR Y ALIMENTACIÓN DE BT EXTERNA EN POLIGONO INDUSTRIAL DE PINOSO.			SITUACIÓN:	PINOSO (ALICANTE)
				AUTOR:	JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES



 <b>UNIVERSITAS</b> Miguel Hernández	PLANO:	DETALLE DEL INTERIOR Y PLANTA.	PLANO N.º:	<b>3</b>	
	ESCALA:	S/E	FECHA:	SEPTIEMBRE 2020	
PROYECTO:	CENTRO DE SECCIONAMIENTO INDEPENDIENTE DE MANIOBRA EXTERIOR Y ALIMENTACIÓN DE BT EXTERNA EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO.			SITUACIÓN:	PINOSO (ALICANTE)
	AUTOR:			JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES	



*Caja de Seccionamiento de Protección*

 <b>UNIVERSITAS Miguel Hernández</b>	PLANO:	ESQUEMA DE CONEXIÓN DE LA CAJA DE TIERRAS DE PROTECCIÓN.	PLANO N.º:	<b>4</b>	
	ESCALA:	S/E	FECHA:	SEPTIEMBRE 2020	
PROYECTO:	CENTRO DE SECCIONAMIENTO INDEPENDIENTE DE MANIOBRA EXTERIOR Y ALIMENTACIÓN DE BT EXTERNA EN POLIGONO INDUSTRIAL DE PINOSO.			SITUACIÓN:	PINOSO (ALICANTE)
				AUTOR:	JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES

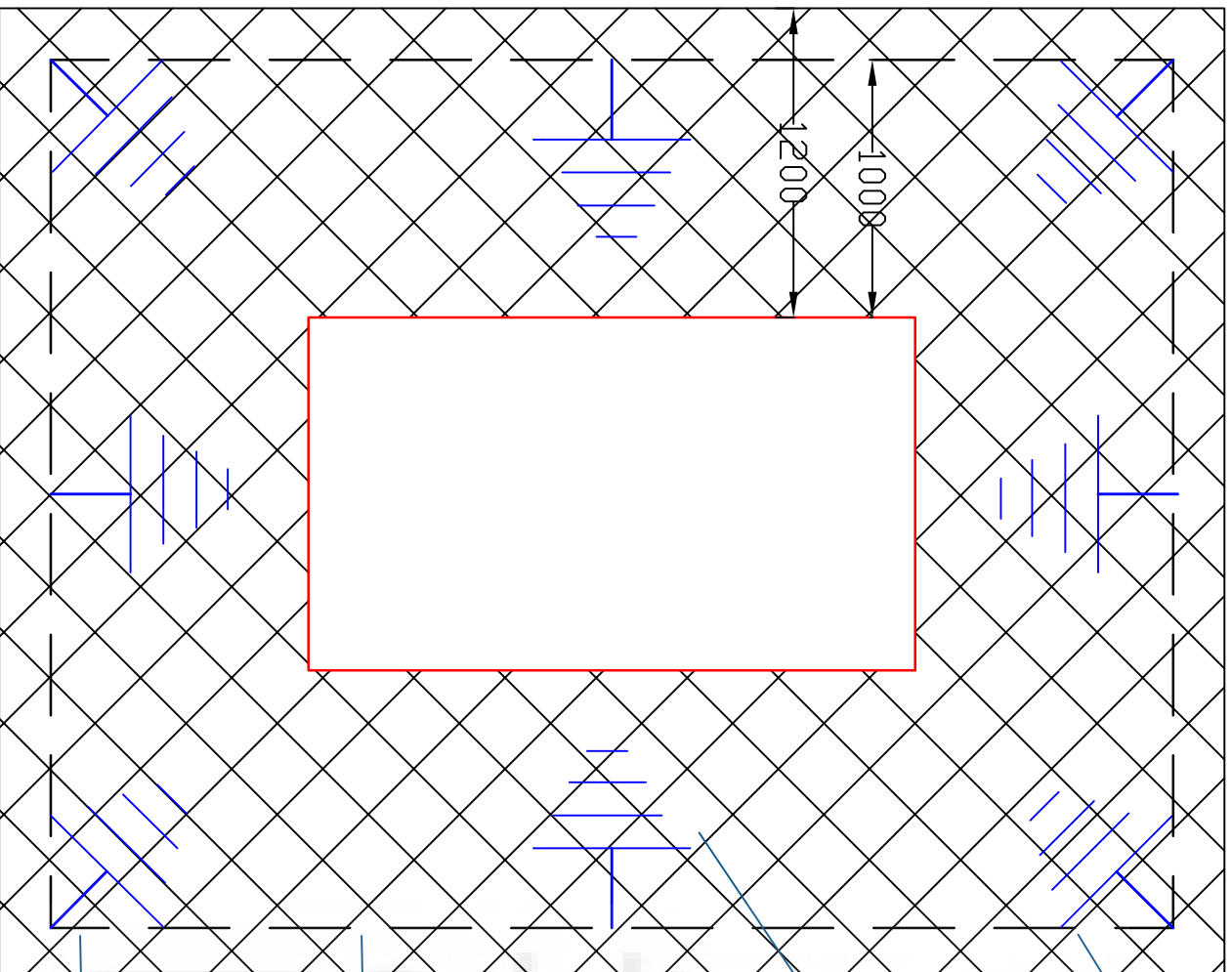
Anillo exterior perimetral con el CSI a 1 m del edificio conectado al mallazo 30x30 con redondos > 4 mm

Acera de hormigón perimetral al CSI a 1,20 m del edificio


**PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN**  
- anillo 3,5x4,5+8 picas

CONDUCTOR DESNUDO DE COBRE DE 50 mm<sup>2</sup>

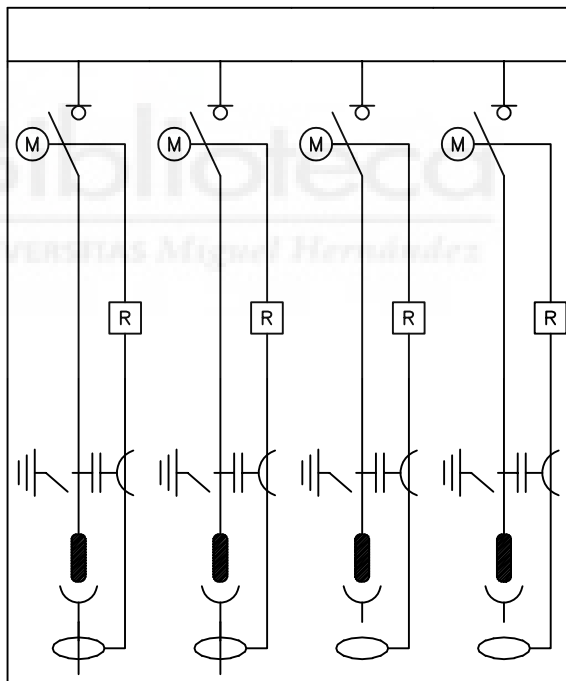
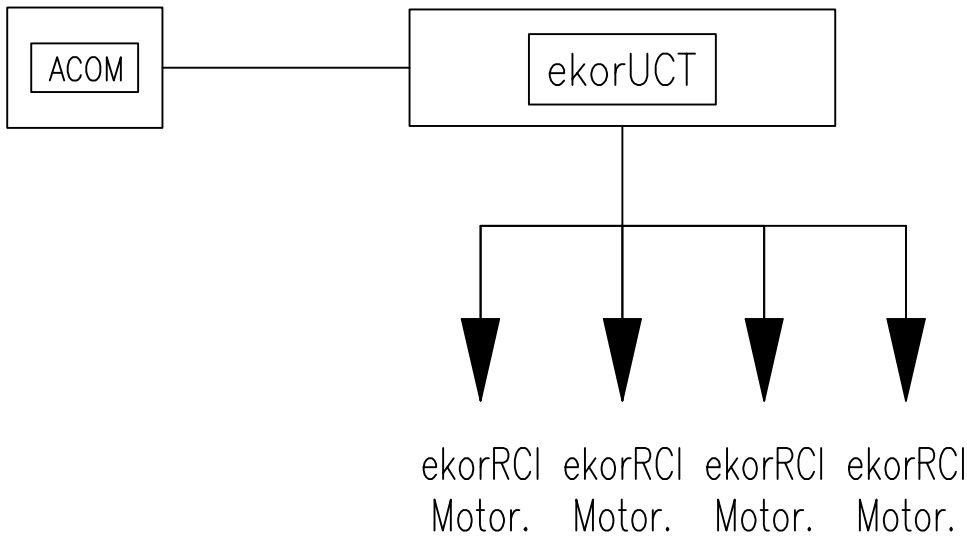
PICA DE PUESTA A TIERRA 140/2000 mm




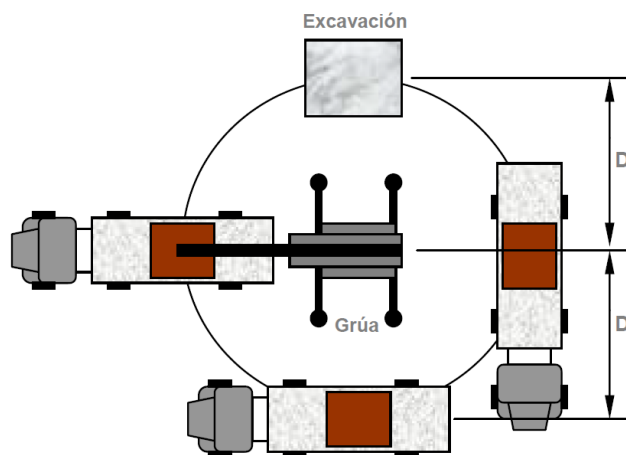
LONGITUDES EN mm

 <b>UNIVERSITAT</b> <i>Miguel Hernández</i>	PLANO:	PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN.	PLANO N.º:	<b>5</b>	
	ESCALA:	S/E	FECHA:	SEPTIEMBRE 2020	
PROYECTO:	CENTRO DE SECCIONAMIENTO INDEPENDIENTE DE MANIOBRA EXTERIOR Y ALIMENTACIÓN DE BT EXTERNA EN POLIGONO INDUSTRIAL DE PINOSO.			AUTOR:	JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES
			SITUACIÓN:	PINOSO (ALICANTE)	





	PLANO: ESQUEMA UNIFILAR 4L+TELEMANDADAS.	PLANO Nº: <b>6</b>
	ESCALA: S/E	FECHA: SEPTIEMBRE 2020
PROYECTO: CENTRO DE SECCIONAMIENTO INDEPENDIENTE DE MANIOBRA EXTERIOR Y ALIMENTACIÓN DE BT EXTERNA EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO.		AUTOR: JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES




**NOTA:**  
D: Longitud máxima del brazo de la grúa de elevación.

Maniobra de descarga

Grúas recomendadas en función de las distancia "D" para PFU completo hasta 24 kV:

MODELO	DISTANCIA "D" PARA LA MANIPULACIÓN DEL CENTRO *			
	6000 mm	7000 mm	8000 mm	9000 mm
PFU-3	40 t	40 t	60 t	60 t
PFU-4	40 t	60 t	60 t	80 t
PFU-5	60 t	60 t	80 t	100 t
PFU-7	80 t	100 t	100 t	-

(\*) La potencia nominal es en t a 3000 mm

 <b>UNIVERSITAT</b> Miguel Hernández	PLANO: PLANIFICACIÓN DE LA DESCARGA.		PLANO N°: <b>7</b>
	ESCALA: S/E	FECHA: SEPTIEMBRE 2020	SITUACIÓN: PINOSO (ALICANTE)
PROYECTO: CENTRO DE SECCIONAMIENTO INDEPENDIENTE DE MANIOBRA EXTERIOR Y ALIMENTACIÓN DE BT EXTERNA EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO.		AUTOR: JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES	

**PROYECTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN  
DE COMPAÑÍA DE 630 kVA EN POLÍGONO  
INDUSTRIAL DE PINOSO.**



**Autor:** Jerónimo Benito Crouseilles

**Tutor:** Miguel López García

<b>1.1 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS.</b>	<b>4</b>
1.1.1 TITULAR - PROMOTOR.	4
1.1.2 AUTOR DEL PROYECTO.	4
1.1.3 TERMINO MUNICIPAL.	4
1.1.4 SITUACIÓN.	4
1.1.5 ACTIVIDAD.	4
1.1.6 POTENCIA NECESARIA EN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.	4
1.1.7 TIPO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.	4
1.1.8 PRESUPUESTO TOTAL.	4
<b>1.2 OBJETO DEL PROYECTO.</b>	<b>4</b>
<b>1.3 NORMATIVA TÉCNICA Y OTRAS DISPOSICIONES QUE SE CUMPLEN.</b>	<b>5</b>
<b>1.4 TITULAR.</b>	<b>8</b>
<b>1.5 EMPLAZAMIENTO.</b>	<b>8</b>
<b>1.6 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.</b>	<b>8</b>
<b>1.7 POTENCIA A TRANSPORTAR, CARACTERÍSTICAS, DESTINO Y USO DE LA ENERGÍA TRANSPORTADA.</b>	<b>9</b>
1.7.1 POTENCIA DEMANDADA EN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.	10
1.7.2 PLAZO DE EJECUCIÓN.	10
1.7.3 CARACTERÍSTICAS DE LA ENERGÍA.	10
<b>1.8 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.</b>	<b>10</b>
1.8.1 JUSTIFICACIÓN DE NECESIDAD O NO DE ESTUDIO DE IMPACTO MEDIOAMBIENTAL.	10
1.8.2 OBRA CIVIL.	11
1.8.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.	11
1.8.3 MATERIALES DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS.	14
1.8.4 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.	14
1.8.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN.	14
1.8.4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN.	15
1.8.4.3 CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LA APARAMENTA MT Y TRANSFORMADORES.	16
1.8.4.4 CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS CUADROS DE BAJA TENSIÓN.	20
1.8.4.5 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN.	22
1.8.4.6 UNIDADES DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMOS Y CONTROL.	23
1.8.5 PUESTA A TIERRA.	26
1.8.5.1 TIERRA DE PROTECCIÓN.	26
1.8.5.2 TIERRA DE SERVICIO.	27
<b>1.9 PLANIFICACIÓN.</b>	<b>27</b>
<b>1.10 LIMITACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS.</b>	<b>27</b>

<b>1.11</b>	<b>LIMITACIÓN DEL RUIDO TRANSMITIDO.</b>	<b>28</b>
<b>2</b>	<b>CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.</b>	<b>29</b>
<b>2.1</b>	<b>INTENSIDAD EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.</b>	<b>29</b>
<b>2.2</b>	<b>INTENSIDAD EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.</b>	<b>29</b>
<b>2.3</b>	<b>INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.</b>	<b>29</b>
<b>2.4</b>	<b>INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.</b>	<b>29</b>
<b>2.5</b>	<b>DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.</b>	<b>30</b>
<b>2.6</b>	<b>PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.</b>	<b>30</b>
<b>2.7</b>	<b>DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.</b>	<b>31</b>
<b>2.8</b>	<b>DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.</b>	<b>31</b>
<b>2.9</b>	<b>CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.</b>	<b>31</b>
2.9.1	PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.	32
2.9.2	INSTALACIÓN DE TIERRA GENERAL.	32
2.9.3	ELEMENTOS A CONECTAR A TIERRA POR MOTIVOS DE SERVICIO.	33
2.9.4	INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.	33
2.9.5	DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.	33
2.9.6	CÁLCULO DEL SISTEMA DE TIERRA.	34
2.9.7	DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.	35
2.9.8	CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO EN LA INSTALACIÓN.	37
2.9.9	CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA POR MOTIVO DE SERVICIO.	40
2.9.10	DISTANCIA ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA.	40
2.9.11	CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL.	41
<b>3</b>	<b>PRESUPUESTO.</b>	<b>42</b>
<b>4</b>	<b>PLANOS</b>	<b>44</b>

---

## **PROYECTO DE CTS DE COMPAÑÍA DE 630 KVA EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO.**

### **1.- MEMORIA.**

#### **1.1 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS.**

Se va a construir un polígono industrial y para el suministro de las parcelas se va a instalar un centro de transformación de compañía.

##### **1.1.1 TITULAR - PROMOTOR.**

El titular de las instalaciones será i-DE REDES INTELIGENTES S.A.U. Con domicilio social en calle Calderón de la Barca 16 de Alicante.

##### **1.1.2 AUTOR DEL PROYECTO.**

El presente proyecto es el trabajo fin de Grado de Jerónimo Benito Crouseilles.

##### **1.1.3 TERMINO MUNICIPAL.**

El CTS se instalará en el término municipal de Pinoso, Alicante.

##### **1.1.4 SITUACIÓN.**

El CT se instalará en el Vial 3 en la fachada de la parcela N14 con situación cartográfica ETRS-89 UTM- 30 X = 671 651 Y = 4 252 440 de Pinoso.

##### **1.1.5 ACTIVIDAD.**

El centro de transformación está destinado al sector industrial y servicios de polígono industrial.

##### **1.1.6 POTENCIA NECESARIA EN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.**

La potencia del centro de transformación es de 630 kVA.

##### **1.1.7 TIPO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.**

CT en envolvente prefabricada de superficie para Compañía Distribuidora.

##### **1.1.8 PRESUPUESTO TOTAL.**

Asciende el presupuesto de la línea aéreo-subterránea a la cantidad de 55204,00 Euros.

#### **1.2 OBJETO DEL PROYECTO.**

El presente proyecto tiene por objeto el trabajo fin de grado de la electrificación de un polígono industrial. En este trabajo se diseña y calcula el centro de transformación par distribución de las parcelas en baja tensión.

Este proyecto ha sido confeccionado de acuerdo con el proyecto tipo de Iberdrola de centro de transformación prefabricado de superficie MT 2.11.01 ed. 5 de mayo de 2019.



---

### 1.3 NORMATIVA TÉCNICA Y OTRAS DISPOSICIONES QUE SE CUMPLEN.

La normativa que se ha tenido en cuenta para la realización del proyecto es la siguiente:

#### LEGISLACION NACIONAL

- Ley 54/1997, de 27 noviembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto 1047/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de transporte de energía eléctrica.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión. (BOE de 13/9/08)
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Real Decreto 110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Ley 31/95, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- 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

- Recomendación 519/99/CE del Consejo, de 12 de julio de 1999, relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos de 0 a 300 GHz.
- Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

## LEGISLACION AUTONÓMICA

- Decreto 88/2005, de 29 de abril, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen los procedimientos de autorización de instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica que son competencia de la Generalitat.
- Resolución de 22 de octubre de 2010, de la Dirección General de Energía, por la que se establece una declaración responsable normalizada en los procedimientos administrativos en los que sea preceptiva la presentación de proyectos técnicos y/o certificaciones redactadas y suscritas por técnico titulado competente y carezcan de visado por el correspondiente colegio profesional.
- Orden 9/2010, de 7 de abril, de la Conselleria de Infraestructuras y Transporte, por la que se modifica la Orden de 12 de febrero de 2001, de la Conselleria de Industria y Comercio, por la que se modifica la de 13 de marzo de 2000, sobre contenido mínimo en proyectos de industrias e instalaciones industriales.
- Resolución de 15 de octubre de 2010, del Conseller de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda y vicepresidente tercero del Consell, por la que se establecen las zonas de protección de la avifauna contra la colisión y electrocución, y se ordenan medidas para la reducción de la mortalidad de aves en líneas eléctricas de alta tensión.
- Ley 2/89, de 3 de marzo, de la Generalitat Valenciana, de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Decreto 162/90, de 15 de octubre, por el que se aprueba la ejecución de la Ley 2/89, de 3 de marzo, de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Decreto 32/2006, de 10 de marzo, del Consell de la Generalitat, por el que se modifica el Decreto 162/1990, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat, por el que se aprobó el Reglamento para la ejecución de la Ley
- Orden de 3 de enero de 2005, de la Consellería de Territorio y Vivienda por la que se establece el contenido mínimo de los estudios de impacto ambiental que se hayan de tramitar ante esta Consellería.
- Decreto 208/2010, de 10 de diciembre, del Consell, por el que se establece el contenido mínimo de la documentación necesaria para la elaboración de los informes a los estudios de impacto ambiental a los que se refiere el artículo 11 de la Ley 4/1998, de 11 de junio, de la Generalitat, del Patrimonio Cultural valenciano.
- Decreto 60/2012, de 5 de abril, del Consell, por el que regula el régimen especial de evaluación y de aprobación, autorización o conformidad de planes, programas y proyectos que puedan afectar a la Red Natura 2000.
- Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano.
- Ley 10/2010, de 12 de diciembre, de Residuos de la Comunidad Valenciana.

- Ley 5/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje, de la Comunitat Valenciana.
- Ley 3/1993, de 9 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, Forestal de la Comunidad Valenciana.
- Decreto 98/1995, de 16 de mayo, del Gobierno Valenciano, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 3/93, de 9 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, Forestal de la Comunidad Valenciana.
- Decreto 7/2004, de 23 de enero, del Consell de la Generalitat, por el que se aprueba el pliego general de normas de seguridad en prevención de incendios forestales a observar en la ejecución de obras y trabajos que se realicen en terreno forestal o en sus inmediaciones.
- Ley 3/2014, de 11 de julio, de Vías Pecuarias de la Comunitat Valenciana.
- Instrucción de 13 de enero de 2012, de la Dirección General del Medio Natural, sobre vías pecuarias.

## NORMATIVA DISTRIBUIDORA

Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.

- MT 2.11.01 ed. 5 de mayo de 2019. Proyecto tipo para centro de transformación prefabricado de superficie
- MT 2.31.01, edición 10-mayo 2019. Proyecto tipo de líneas subterránea de AT hasta 30 kV.
- MT 2.03.20, edición 11-mayo 2019. Especificaciones particulares para instalaciones de alta tensión (hasta 30 kV) y baja tensión.
- MT3.51.20, edición 3-mayo 2019. Especificaciones particulares para sistemas de telegestión y automatización de red, instalación en nuevos centros de transformación.
- MT 2.11.33, edición 3, mayo 2019. Especificaciones particulares para el diseño de puestas a tierra para centros de transformación de tensión nominal  $\leq 30$  kV.
- NI 56.80.02, edición 12-mayo 2019. Accesorios para cables subterráneos de tensiones asignadas de 12/20 (24) kV hasta 18/30 (36) kV. Cables con aislamiento seco.
- NI 56.43.01, edición 7-mayo 2019. Especificación Particular – Cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina (HEPRZ1) para redes de AT hasta 30 kV.
- NI 56.88.01, edición 9-mayo 2019. Accesorios para cables aislados con conductores de aluminio para redes subterráneas de 0,6/1 kV.
- NI 50.42.11, edición 5-mayo 2019. Especificaciones particulares, celdas de alta tensión bajo envolvente metálica hasta 36 kVA, prefabricadas, con dieléctrico de SF6, para CT.
- NI 75.06.31, edición 5-mayo 2019. Especificaciones particulares, fusibles limitadores de corriente asociados para AT hasta 36 kVA.
- Normas y recomendaciones de diseño del edificio:

CEI 62271-202 UNE-EN 62271-202

Centros de Transformación prefabricados.

NBE-X

Normas básicas de la edificación.

Normas y recomendaciones de diseño de aparamenta eléctrica:

---

CEI 62271-1 UNE-EN 62271-1

Estipulaciones comunes para las normas de aparataje de Alta Tensión.

CEI 61000-4-X UNE-EN 61000-4-X

Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.

CEI 62271-200 UNE-EN 62271-200

Aparataje bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.

CEI 62271-102 UNE-EN 62271-102

Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

CEI 62271-103 UNE-EN 62271-103

Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.

CEI 62271-105 UNE-EN 62271-105

Combinados interruptor - fusible de corriente alterna para Alta Tensión.

Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:

CEI 60076-X

Transformadores de Potencia.

UNE 21428-1-1

Transformadores de Potencia.

Reglamento (UE) Nº 548/2014 de la Comisión de 21 de mayo de 2014 por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes (Ecodiseño)

UNE 21428

Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.

#### **1.4 TITULAR.**

El titular de las instalaciones será i-DE Redes Inteligentes S.A.U. con CIF A 95 075 578 y con domicilio social calle Calderón de la Barca 16 de Alicante.

El promotor es Exm. Ayuntamiento de Pinoso, Pinoso (Alicante).

#### **1.5 EMPLAZAMIENTO.**

El CT se instalará en el Vial 3 en la fachada de la parcela N14 con situación cartográfica ETRS-89 UTM- 30 X = 671 651 Y = 4 252 440 de Pinoso.

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

El Centro de Transformación tipo compañía, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, sin necesidad de medición de la misma.

La energía será suministrada por la compañía Iberdrola a la tensión trifásica de 20 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de línea subterránea de alta tensión.

Los elementos constitutivos del CTS serán:

- Envolvente prefabricada de hormigón
- Celdas de AT
- Transformador
- Cuadros de BT
- Armario de telegestión y comunicaciones ATG
- Armario sobre celda STAR
- Fusibles Limitadores de AT
- Interconexión celda-transformador
- Interconexión transformador-cuadro de BT
- Sistema de detección de intrusión (Sensor volumétrico o similar)
- Instalación de puesta a tierra (PaT)
- Señalización y material de seguridad
- Esquemas eléctricos
- Planos generales

El CTS deberá incorporar los elementos necesarios (equipos de telegestión, comunicaciones, alimentación, protección, cableados, etc.) que permitan implantar los sistemas de telegestión y telemedida, según se establece en el RD 1110/2007 de 24 de agosto y en la Orden ITC 3860/2007 de 28 de diciembre, adecuados a las características de la red de i-DE.

### **1.7 POTENCIA A TRANSPORTAR, CARACTERÍSTICAS, DESTINO Y USO DE LA ENERGÍA TRANSPORTADA.**

Se precisa el suministro de energía en el polígono industrial de Pinoso.

El suministro a las naves será en baja tensión 400 V/ B2 y alta tensión 20000 V.

La potencia demandada por cada parcela y sus características de suministro son:

DESTINO	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	ELECTRIFICACION (W/m <sup>2</sup> )	POTENCIA (W)	TENSIÓN (V)
N1	4000	125	500000	20000
N2	400	125	50000	400
N3	400	125	50000	400
N4	400	125	50000	400
N5	700	125	87500	400
N6	400	125	50000	400
N7	400	125	50000	400
N8	400	125	50000	400
N9	400	125	50000	400
N10	4000	125	500000	20000
N11	400	125	50000	400
N12	400	125	50000	400

N13	400	125	50000	400
N14-VE	700	Carga vehículo eléctrico	100000	400
N15	400	125	50000	400
N16	400	125	50000	400
N17	400	125	50000	400
N18	400	125	50000	400
Alumbrado			12000	400
<b>POTENCIA TOTAL DEMANDADA EN BAJA TENSIÓN</b>			<b>899 500 W</b>	
<b>POTENCIA TOTAL DEMANDADA EN ALTA TENSIÓN</b>			<b>1 000 000 W</b>	
<b>POTENCIA TOTAL DEMANDADA POR EL POLÍGONO</b>			<b>1 899 500 W</b>	

Tabla 1. Potencia demandada por parcelas.

Para resolver la demanda en baja tensión 400 V se instalará un transformador.

#### 1.7.1 POTENCIA DEMANDADA EN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Para resolver esta incidencia se consulta el MT 2.03.20 ed.11 de mayo de 2019 **Especificaciones particulares para instalaciones de alta tensión (hasta 30 kV) y baja tensión.**

La incidencia de la potencia solicitada en baja respecto a CT será:

$$CT(kVA) = \frac{Ps * 0,5}{0,9} = 500 kVA$$

Se montará una máquina de 630 kVA con un volumen de dieléctrico de 395 litros de aceite.

#### 1.7.2 PLAZO DE EJECUCIÓN.

Se estima una duración de 6 meses.

#### 1.7.3 CARACTERÍSTICAS DE LA ENERGÍA.

Características de la energía	
Corriente	Alterna trifásica.
Frecuencia	50 Hz.
Tensión AT	20 kV.
Tensión más elevada	24 kV
Factor de potencia	0,9
Tensión BT	420 V

Tabla 2. Características de la energía.

### 1.8 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

#### 1.8.1 JUSTIFICACIÓN DE NECESIDAD O NO DE ESTUDIO DE IMPACTO MEDIOAMBIENTAL.

No procede al ser un centro con envolvente prefabricada en suelo urbano.



---

## 1.8.2 OBRA CIVIL.

El Centro de Transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

El centro de transformación se alojará encima de la acera interior de aparcamiento.

El peso total del edificio de transformación es de aproximadamente 20 t.

Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

### 1.8.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.

Edificio de Transformación: **PFU-5/20/4L+P - CBTO-5 TG-STAR**

#### - Descripción

Los edificios **PFU** para Centros de Transformación, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de AT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos edificios prefabricados es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

#### - Envolvente

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kΩ respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

---

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

- Placa piso

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de AT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

#### **- Accesos**

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero. Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

#### **- Ventilación**

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

#### **- Acabado**

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

#### **- Calidad**

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad ISO 9001.

#### **- Alumbrado**

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

#### **- Varios**

---

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

### - Cimentación

Para la ubicación de los edificios PFU para Centros de Transformación es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

### - Características Detalladas

Nº de transformadores:	1
Tipo de ventilación:	Normal
Puertas de acceso peatón:	1 puerta de acceso
Dimensiones exteriores	

Longitud:	6080 mm
Fondo:	2380 mm
Altura:	3045 mm
Altura vista:	2585 mm
Peso:	17460 kg

Biblioteca  
UNIVERSITAS Miguel Hernández

#### Dimensiones interiores

Longitud:	5900 mm
Fondo:	2200 mm
Altura:	2355 mm

### - servicios auxiliares

Se debe considerar un espacio libre mínimo de 1200 x 210 mm en planta por toda la altura de la envolvente, al objeto de permitir la correcta ubicación de los equipos electrónicos de telegestión, automatización, supervisión, telecomunicaciones, alimentación, protección, cableados, etc. que permitan implantar los sistemas de telegestión y telemida. Este espacio estará lo suficientemente cerca de la aparamenta y cuadros de baja tensión de manera que la conexión del cableado entre las celdas y los equipos no supere los 4 metros y la conexión del cableado entre los cuadros de baja tensión y los equipos no superen los 10 metros. Este espacio deberá quedar adecuadamente identificado y previsto para poder instalar los equipos fácilmente.

#### Dimensiones de la excavación

Longitud:	6880 mm
-----------	---------

Fondo: 3180 mm

Profundidad: 560 mm

### 1.8.3 MATERIALES DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS.



Figura 1. Materiales de seguridad según norma UNE 204001.

El Centro de Transformación dispondrá de los siguientes elementos de seguridad:

1.- Banqueta y guantes aislantes para la correcta ejecución de las maniobras, pudiendo tomar como referencia para la misma el documento informativo la NI 29.44.08 "Banquetas aislantes para maniobra" u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.



Figura 2. Triángulo indicativo de riesgo eléctrico. Normativa ISO 7010.

2.- Señalización de seguridad: se dotarán señal de riesgo eléctrico, señal de acceso a Centro de Transformación, cartel de primeros auxilios, cartel de las cinco reglas de oro, cartel de uso obligatorio de los EPI, cartel de teléfonos de emergencia, cartel de posibles riesgos, etc., y se rellenarán los carteles de teléfonos de emergencia y posibles riesgos asociados a la instalación. Se podrá tomar como referencia para estas señalizaciones el Anexo D del documento informativo MO.07.P2.11, u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.



Figura 3. Cartel 5 reglas de oro según RD 614/2001.

3.- Carteles de identificación y rotulado de centros de transformación y sus elementos de maniobra y protección. Puede tomarse como referencia para los mismos lo especificado en el documento informativo MT 2.10.55 "Criterios de identificación y rotulado de los centros de transformación y sus elementos de maniobra y protección", u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

### 1.8.4 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

#### 1.8.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN.

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,1 kA.

La intensidad de defecto a tierra  $I_d = 500$  A

Ambos datos son facilitados por i-DE.

#### 1.8.4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN.

Características Generales de los Tipos de Aparamenta Empleados en la Instalación.

Celdas: **cgmcosmos**

Sistema de celdas de Media Tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF<sub>6</sub> de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5 °C según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000 m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estándar:

##### - **Construcción:**

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.

3 Divisores capacitivos de 24 kV.

Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 630 mm<sup>2</sup> y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

##### -**Seguridad:**

Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados.

Posibilidad de instalación de enclavamientos por cerradura independientes en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.

Inundabilidad: equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

Grados de Protección:

- Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según EN 60529
- Cuba: IP X7 según EN 60529
- Protección a impactos en:

- cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010
- cuba: IK 09 según EN 5010

- Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

- Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas **cgmcosmos** es que:

No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.

No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- Características eléctricas

Las características generales de las celdas **cgmcosmos** son las siguientes:

Tensión nominal 24 kV

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

A tierra y entre fases 50 kV

A la distancia de seccionamiento 60 kV

Impulso tipo rayo

A tierra y entre fases 125 kV

A la distancia de seccionamiento 145 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

#### 1.8.4.3 CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LA APARAMENTA MT Y TRANSFORMADORES.

##### **cgmcosmos-4LP**

Celda compacta con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por varias posiciones con las siguientes características:

Cgmcosmos - 4LP es un equipo compacto para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema cgmcosmos.

La celda cgmcosmos-4LP está constituida por cinco funciones: cuatro de línea o interruptor en carga y una de protección con fusibles, que comparten la cuba de gas y el embarrado.

Las posiciones de línea, incorporan en su interior una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal



mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

La posición de protección con fusibles incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador igual al antes descrito, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados con ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

Tensión asignada: 24 kV

Intensidad asignada en el embarrado: 400 A

Intensidad asignada en las entradas/salidas: 400 A

Intensidad asignada en la derivación: 200 A

Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA

Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

A tierra y entre fases: 50 kV

Impulso tipo rayo

A tierra y entre fases (cresta): 125 kV

Capacidad de cierre (cresta): 40 kA

Capacidad de corte

Corriente principalmente activa: 400 A

Clasificación IAC:

AFL

- Características físicas:

Ancho: 1190 mm

Fondo: 735 mm

Alto: 1740 mm

Peso: 290 kg

- Otras características constructivas

Mando interruptor 1, 2, 3, 4: motorizado BM

Mando posición con fusibles: manual tipo BR

---

Intensidad fusibles: 3x40 A

### **Entrada / Salida: cgmcosmos-I Interruptor-seccionador**

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda cgmcosmos-I de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekor.vpis para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekor.sas.

#### **- Características eléctricas:**

Tensión asignada: 24 kV

Intensidad asignada: 630 A

Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA

Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA

Nivel de aislamiento

- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV

- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV

Capacidad de cierre (cresta): 40 kA

Capacidad de corte

**- Corriente principalmente activa:** 630 A

Clasificación IAC: AFL

- Características físicas:

Ancho: 365 mm

Fondo: 735 mm

Alto: 1740 mm

Peso: 95 kg

**- Otras características constructivas:**

Mecanismo de maniobra interruptor: motorizado tipo BM

### **Celda de protección**

La celda de protección dispone de una envolvente metálica formada por un módulo con las siguientes características:

Ceda de protección con fusibles, constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una alarma sonora de prevención de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

Tensión asignada: 24 kV

Intensidad asignada en el embarrado: 400 A

Intensidad asignada en la derivación: 200 A

Intensidad fusibles: 40 A

Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA

Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

A tierra y entre fases: 50 kV

Impulso tipo rayo

A tierra y entre fases (cresta): 125 kV

Capacidad de cierre (cresta): 40 kA

Capacidad de corte

Corriente principalmente activa: 400 A

Clasificación IAC: AFL

- Características físicas:

Ancho: 470 mm

Fondo: 735 mm

Alto: 1740 mm

Peso: 140 kg

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 250 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 juegos de 3 conectores apantallados en "T" roscados M16 400<sup>a</sup> cada uno (celdas de línea)

2 juegos de 3 conectores apantallados enchufables rectos 250A cada uno (celda de protección).

---

## Transformador MT/BT

Transformador de potencia, marca ORMAZABAL, inmerso en aceite mineral, norma NI 72.30.00 y “EcoDiseño EU-548-2014”. Con las siguientes características:

Potencia nominal	630 kVA
Tensión primaria	20 kV
Tensión secundaria	0.42 kV En Vacío.
Regulación de tensión	20000 +2.5, +5, +7.5, +10%
Grupo de conexión	Dyn11
Frecuencia	50 Hz
Tensión de cortocircuito	4 %
Peso estimado	1.990 kg
Dimensiones aprox. en mm	Largo 1496 x Ancho 936 x Altura total 1772
Pérdidas en Vacío – A <sub>0</sub>	600 W.
Pérdidas en carga – C <sub>k</sub>	6.500 W.
Método refrigeración	Aceite mineral (ONAN) 390 l.
Nivel de potencia acústica máxima	52dB
Arrollamientos	aluminio
Núcleo ferromagnético	acero magnético de grano orientado
Protección incorporada al transformador	Sin protección propia

El lado de conexión de BT del transformador quedará en el lado más alejado de las paredes del local.  
Ensayos de rutina según IEC 60076-1.

Accesorios incluidos:

Pasatapas AT Enchufable.

Pasabarras Unipolar BT.

Ruedas.

Dispositivo de vaciado y toma de muestras.

Dispositivo de llenado.

2 Terminales de tierra en la cuba.

Conmutador de regulación (maniobrable sin tensión).

Placa de características.

2 Cáncamos de elevación.

4 Cáncamos de arriostamiento.

4 Cáncamos de arrastre.

### 1.8.4.4 CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS CUADROS DE BAJA TENSIÓN.

Cuadro de baja tensión optimizado, tipo CBTO-6 TG, preparado para Telegestión BT según NI 50.44.03 Ed.3-may.12, 6 salidas (4x400 A + 2x250A)

El Cuadro de Baja Tensión CBTO, es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro CBTO de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor aislante, en el que se distinguen las siguientes zonas:

#### - Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares

En la parte superior de CBTO existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. CBTO incorpora 4 seccionadores unipolares para seccionar las barras.

#### - Zona de salidas

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles dispuestos en bases trifásicas verticales cerradas (BTVC) pero maniobrada fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

#### - Características eléctricas

Tensión asignada de empleo:	440 V
Tensión asignada de aislamiento:	500 V
Intensidad asignada en los embarrados	1600 A
Frecuencia asignada	50 Hz
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min)	
A tierra y entre fases:	10 kV
Entre fases:	2,5 kV
Intensidad Asignada de Corta	
Duración 1 s:	24 kA
Intensidad Asignada de Cresta:	50,5 kA

#### - Características constructivas:

Anchura:	800 mm
Altura:	1325 mm
Fondo:	320 mm

#### - Otras características:

---

Salidas de Baja Tensión

6 salidas (4x400A + 2x250A)

#### 1.8.4.5 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN.

Interconexiones de MT:

##### **Interconexión celda – transformador**

La conexión eléctrica entre la celda de protección y el transformador se realizará con **cable unipolar seco de aluminio de 50 mm<sup>2</sup> de sección y del tipo HEPRZ1 (AS)**, empleándose la tensión asignada del cable 12/20 kV para tensiones asignadas de hasta 24 kV.

Las especificaciones técnicas de los cables están recogidas en el documento NI 56.43.01 “Especificaciones Particulares - Cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefinas (HEPRZ1) para redes de AT hasta 30 kV”.

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales enchufables rectos o acodados de conexión sencilla, siendo de 24 kV/250 A para CT de hasta 24 kV, y de 36 kV/400 A para CT de 36 kV.

Las especificaciones técnicas de los terminales enchufables del transformador están recogidas en el documento NI 56.80.02 “Especificaciones Particulares - Accesorios para cables subterráneos de tensiones asignadas de 12/20 (24) kV hasta 18/30 (36) kV. Cables con aislamiento seco”.

##### **Interconexión transformador - cuadro de BT**

La conexión eléctrica entre el transformador y el cuadro de BT se realizará con cable unipolar de 240 mm<sup>2</sup> de sección, con conductor de aluminio tipo XZ1-AI y 0,6/1 kV, especificado en el documento NI 56.37.01 “Especificación particular - Cables unipolares XZ1-AI con conductores de aluminio para redes subterráneas de Baja Tensión 0,6/1 kV”.

El número de cables será siempre de 3 por fase y 2 para el neutro.

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminaciones monometálicas (de uso bimetálico) tipo CTPT-150/240 o tipo TMC-240, especificadas en el documento NI 56.88.01 “Especificaciones Particulares - Accesorios para cables aislados con conductores de aluminio para redes subterráneas de 0,6/1 kV”.

No se deberá anclar la interconexión a paredes o techo, para evitar la posible transmisión de vibraciones.

##### **Fusibles limitadores**

Los fusibles limitadores instalados en las celdas deben de ser de los denominados "fusibles fríos", estando sus características técnicas recogidas en el documento NI 75.06.31 “Especificaciones Particulares - Fusibles limitadores de corriente asociados para AT hasta 36 kV” de mayo de 2019.

##### **Defensa del transformador**

La protección física del transformador será metálica de rejilla.



---

## Equipo de iluminación

El centro estará dotado de interruptor y dos luminarias que permitan la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y trabajos.

En la parte superior de la puerta se colocará un bloque autónomo de emergencia.

### 1.8.4.6 UNIDADES DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMOS Y CONTROL.

#### Unidad de Control Integrado: **ekor.rci**

Unidad de control integrado para la supervisión y control función de línea, compuesta de un relé electrónico y sensores de intensidad. Totalmente comunicable, dialoga con la unidad remota para las funciones de telecontrol y dispone de capacidad de mando local.

Procesan las medidas de intensidad y tensión, sin necesidad de convertidores auxiliares, eliminando la influencia de fenómenos transitorios, y calculan las magnitudes necesarias para realizar las funciones de detección de sobreintensidad, presencia y ausencia de tensión, paso de falta direccional o no, etc. Al mismo tiempo determinan los valores eficaces de la intensidad que informan del valor instantáneo de dichos parámetros de la instalación. Disponen de display y teclado para visualizar, ajustar y operar de manera local la unidad, así como puertos de comunicación para poderlo hacer también mediante un ordenador, bien sea de forma local o remota. Los protocolos de comunicación estándar que se implementan en todos los equipos son MODBUS en modo transmisión RTU (binario) y PROCOME, pudiéndose implementar otros protocolos específicos dependiendo de la aplicación.

Características

#### Funciones de Detección

- Detección de faltas fase - fase (curva TD) desde 5 A a 1200 A
- Detección de faltas fase - tierra (curva NI, EI, MI y TD) desde 0,5 A a 480 A
- Asociado a la presencia de tensión
- Filtrado digital de las intensidades magnetizantes
- Curva de tierra: inversa, muy inversa y extremadamente inversa
- Detección Ultra-sensible de defectos fase-tierra desde 0,5 A

#### Presencia / Ausencia de Tensión

- Acoplo capacitivo (pasatapas)
- Medición en todas las fases L1, L2, L3
- Tensión de la propia línea (no de BT)

#### Paso de Falta / Seccionizador Automático

#### Intensidades Capacitivas y Magnetizantes

#### Control del Interruptor

- Estado interruptor-seccionador
- Maniobra interruptor-seccionador
- Estado seccionador de puesta a tierra
- Error de interruptor

### **Detección Direccional de Neutro**

- Otras características:

$I_{th}/I_{din}$  = 20 kA /50 kA

Temperatura = -10 °C a 60 °C

Frecuencia = 50 Hz; 60 Hz  $\pm$  1 %

Comunicaciones: Protocolo MODBUS (RTU)/PROCOME

Ensayos: - De aislamiento según 60255-5

- De compatibilidad electromagnética según CEI 60255-22-X, CEI 61000-4-X y EN 50081-2/55011

- Climáticos según CEI 60068-2-X

- Mecánicos según CEI 60255-21-X

- De potencia según CEI 60265 y CEI 60056

Este producto cumple con la directiva de la Unión Europea sobre compatibilidad electromagnética 2004/108/CE, y con la normativa internacional IEC 60255. La unidad ekorRCI ha sido diseñada y fabricada para su uso en zonas industriales acorde a las normas de CEM. Esta conformidad es resultado de un ensayo realizado según el artículo 10 de la directiva, y recogido en el protocolo CE-26/08-07-EE-1.

### **Armario sobre celda STAR Iberdrola**

Armario de control de dimensiones adecuadas, conteniendo en su interior debidamente montado y conexicionados los siguientes aparatos y materiales:

1 Unidad remota de telemando (RTU) ekor.ccp para comunicación con la unidad de control integrado ekor.rci que incluye la siguiente funcionalidad:

### **Señalización y mando de la primera celda de línea**

- Maniobra e indicación de interruptor
- Indicación del estado del seccionador de tierra
- Indicación de paso de falta de fases y tierra
- Indicación de presencia de tensión en cada fase
- Medidas de intensidad de cada fase y residual

### **Señalización y mando adicional**

- Maniobra e indicación del interruptor de la segunda celda de línea.

- 
- Indicación de interruptor de la celda de transformador.
  - Alarmas de batería baja, fallo cargador y fallo Vca.
  - Local/Telemando.
  - Posibilidad de indicación de presencia de personal.
  - Otras alarmas generales de la instalación (agua, humos, etc.).

### Comunicaciones

- Protocolo de comunicaciones IEC 60870-5-104.
  - Servidor WEB s/ norma Iberdrola NI 30.60.01 y Guía Técnica para RTUs MT.
- 1 Unidad de control integrado ekor.rci con funciones de paso de falta, indicación de presencia de tensión, medidas (V, I, P, Q), señalización y mando de la celda.
- 1 Equipo cargador-batería ekor.bat protegido contra cortocircuitos s/ especificación y baterías de Pb de vida mínima de 15 años y 13 Ah a 48 Vcc.
- 1 Interruptor automático magnetotérmico unipolar para protección de los equipos de control del armario, del armario común STAR y del armario de comunicaciones.
- 1 Interruptor automático magnetotérmico unipolar con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC) para protección de los equipos de control y mando de las celdas.
- 1 Maneta Local / Telemando.
- Bornas, accesorios y pequeño material.

### Armario de gestión inteligente de distribución (gid) atg-i-1bt-gprs

Armario gestor inteligente de distribución **ekor.gid-atg**, según especificación Iberdrola, con unas dimensiones totales máximas de 945 / 400 / 200 mm (alto/ancho/fondo). La envolvente exterior de plástico libre de halógenos debe mantener una protección mecánica de grado IP32D s/ UNE 20324.

Debe disponer de dos compartimentos independientes y con tapa desmontable para un correcto acceso a su interior en zonas con espacio reducido. Una primera zona debe alojar los elementos de comunicación. Todos los elementos estarán referidos a tierra de protección y por lo tanto se debe poder acceder directamente para operaciones de mantenimiento, configuración, etc.

La segunda zona debe alojar los elementos de baja tensión como el concentrador, supervisiones de baja tensión y el bornero de conexión. Estos elementos deberán estar al potencial de baja tensión y por lo tanto disponen de elementos de seguridad que no permiten el contacto directo. El acceso a la zona de baja tensión se realizará tras ejecutar previamente las maniobras de seguridad que aseguren la completa eliminación de la tensión. Debe incorporarse una pegatina exterior con dichas indicaciones. Deben existir también elementos de protección exteriores al armario (Protección CBT).

### Compartimento de baja tensión

El armario debe disponer de dos borneros por cada cuadro de baja tensión para su correcto conexionado:

- Borneros para las 6 intensidades
- Borneros para las 4 tensiones

Todos los elementos deber ir soportados sobre carril DIN. El cableado se distribuirá mediante canaleta de plástico. Tanto los cables como las canaletas serán libres de halógenos. En este compartimento se alojarán los componentes de medida BT:

- Concentrador 1 inyección
- Supervisor de transformador trifásico

Esta característica de aislamiento, unida a que todos los equipos de baja tensión estarán conectados a un switch al potencial de seguridad de la instalación, deberá permitir conectarse localmente a éste último con total seguridad eléctrica y acceder a toda la información mediante una única vía de conexión.

### Compartimento de comunicaciones

La alimentación de este equipo de comunicaciones provendrá de la zona BT y debe ser asegurado en todo su recorrido el aislamiento de 10 kV. Para proteger los equipos de comunicaciones se instalará un transformador de aislamiento de 20 VA (230 Vac / 230 Vac). Los equipos asociados a comunicaciones IP dispondrán de aislamiento contra sobretensiones de 10 kV en su puerto Ethernet.

#### 1.8.5 PUESTA A TIERRA.

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, armadura del edificio, las rejillas y puertas metálicas del centro.

Designación Envolvente	Electrodo a utilizar			
	≤ 20 kV		30 kV**	
	Pantallas conectadas	Pantallas desconectadas	Pantallas conectadas	Pantallas desconectadas
CTS	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ max=1000 Ωm)	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ max=500- 1000 Ωm)*	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ max=600- 1000 Ωm)*	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ max=300- 500 Ωm)*
CSI				
CTPS	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ max=1000 Ωm)	-----	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ max=900- 1000 Ωm)*	-----
CTIC	-----	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ max=500-600 Ωm)*	-----	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ max=300- 400 Ωm)*
CTC	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ max=1000 Ωm)	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ max=500-600 Ωm)*	-----	-----
CTOU	CPT-CTL- 8P2 (ρ max=1000 Ωm)	-----	CPT-CTL- 8P2 (ρ max=600 Ωm)	-----
CTCOU	CPT-CTL- 8P2 (ρ max=1000 Ωm)	-----	-----	-----

Tabla 3. Electrodo a emplear dependiendo de la tensión nominal, pantallas de los cables y la accesibilidad, según MT 2.11.33.

#### 1.8.5.1 TIERRA DE PROTECCIÓN.

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, armadura del edificio (si éste es prefabricado), las rejillas y puertas metálicas del centro.

**CPT:** Configuración de Puesta a Tierra

**CT:** Centro de transformación

**CTL:** Centro de transformación tipo Lonja

**A:** Anillo formado por conductor de cobre de 50 mm<sup>2</sup>

**(XxY):** Dimensiones del anillo (A 1 m del perímetro de la envolvente del Centro de Transformación)

**5/8P2:** Número de picas (5 u 8) y longitud de las picas (2 m)

Se elige **CPT-CT-A-4,5x8-8P2**. MT.2.11.33 de mayo de 2019.

### 1.8.5.2 TIERRA DE SERVICIO.

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

El esquema de la distribución se establece en TT.

1ª T: conexión directa de un punto de la alimentación a tierra. En nuestro caso la estrella del secundario del transformador.

2ª T: masas conectadas directamente a tierra en la instalación receptora.

## 1.9 PLANIFICACIÓN.

Las diferentes etapas del proyecto son:

1. Preparación del terreno.
2. Puesta a tierra de protección y servicio.
3. Cimentación del edificio y nivelado en arena.
4. Introducción de transformador de potencia.
5. Introducción de LSMT
6. Conexiones en MT.
7. Conexiones en BT
8. Puesta en marcha

### 1.10 LIMITACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS.

De acuerdo al apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del RD 337/2014, se debe comprobar que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

Mediante ensayo tipo se comprueba que los centros de transformación de Ormazabal especificados en este proyecto no superan los siguientes valores del campo magnético a 200 mm del exterior del centro de transformación, según el Real Decreto 1066/2001:

- Inferior a 100  $\mu$ T para el público en general
- Inferior a 500  $\mu$ T para los trabajadores (medido a 200 mm de la zona de operación)

Dicho ensayo tipo se realiza de acuerdo al Technical Report IEC/TR 62271-208, indicado en la norma de obligado cumplimiento UNE-EN 62271-202 como método válido de ensayo para la evaluación de campos electromagnéticos en centros de transformación prefabricados de alta/baja tensión.

En el caso específico en el que los centros de transformación se encuentren ubicados en edificios habitables o anexos a los mismos, se observarán las siguientes condiciones de diseño:

- a) Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán una **disposición en triángulo y formando ternas**.
- b) La red de baja tensión se diseñará igualmente con el criterio anterior.
- c) Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se **diseñarán evitando paredes y techos** colindantes con viviendas.
- d) No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado posible de estos locales.

---

### 1.11 LIMITACIÓN DEL RUIDO TRANSMITIDO.

Los conductores y equipos de los CTS cumplen con lo dispuesto en el apartado 4.8 de la ITC-RAT 14 del Real Decreto 337/2014, de 09 de mayo, habiéndose realizado las correspondientes comprobaciones que constan en los documentos de Inerco Acústica, S.L. identificados como IA/AC-17/0207-005.

Elche, Septiembre de 2020

El autor del proyecto

Fdo. Jerónimo Benito Crouseilles





## 2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

### 2.1 INTENSIDAD EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.

La intensidad en alta tensión o en primario del transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{630}{1,732 \cdot 20} = 18,19 A$$

Donde:

P potencia del transformador [kVA]

$U_p$  tensión primaria [kV]

$I_p$  intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 630 kVA.

### 2.2 INTENSIDAD EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.

La intensidad en baja tensión o en secundario del transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} = \frac{630}{1,732 \cdot 0,420} = 866 A$$

Donde:

P potencia del transformador [630 kVA]

$U_s$  tensión en el secundario [0,42 kV]

$I_s$  intensidad en el secundario [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión de secundario es de 0,420 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 630 kVA.

### 2.3 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} = 10,10 kA$$

Donde:

$S_{cc}$  potencia de cortocircuito de la red [350 MVA]

$U_p$  tensión de servicio [20 kV]

$I_{ccp}$  corriente de cortocircuito [kA]

### 2.4 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La intensidad de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 * P}{\sqrt{3} * E_{cc} * U_s} = 21,65 \text{ kA}$$

Donde:

- P potencia de transformador [630 kVA]  
E<sub>cc</sub> tensión de cortocircuito del transformador [4%]  
U<sub>s</sub> tensión en el secundario [420 V]  
I<sub>ccs</sub> corriente de cortocircuito [kA]

## 2.5 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas y cuadros de baja tensión.

## 2.6 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

**Protección en MT** de los transformadores, se realizan utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de este fusible es de 63 A

Tensión de la red	Potencia del transformador en kVA			
	250	400	<b>630</b>	1000
11	25	40	63	100
13,2	25	40	63	100
15	25	40	63	100
20	25	40	<b>63</b>	100

Tabla 4. Fusibles limitadores de corriente asociados para AT hasta 36 kV, aceptado según MT 2.13.40.

## Protección en BT

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado anteriormente.

## 2.7 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 97624-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1000 kVA
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA

## 2.8 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

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

Toda instalación eléctrica deberá disponer de una protección o instalación de tierra diseñada en forma tal que, en cualquier punto normalmente accesible del interior o exterior de la misma donde las personas puedan circular o permanecer, éstas queden sometidas como máximo a las tensiones de paso y contacto (durante cualquier defecto en la instalación eléctrica o en la red unida a ella) que resulten de la aplicación de las fórmulas que se recogen a continuación. (ITC-RAT 13).

DATOS DE PARTIDA:

- Tensión nominal de la línea  $V_n = 20$  kV
- Factor de tensión que tiene en cuenta la variación de la tensión en el espacio y en el tiempo  $C = 1,1$ .
- Según Norma UNE-EN 60909-1
- Reactancia equivalente de la subestación:  $X_{LTH} = 25,4\Omega$
- Intensidad de defecto a tierra:  $I_{1F} = 500$  A
- Resistividad del terreno:  $\varphi_s = 150$   $\Omega$ m
- Característica de actuación de las protecciones de Iberdrola:  $I_{1FP} \times t = 400$
- Tipo de pantalla de los cables: conectadas en CT

- Numero de Cts. conectados a través de pantallas:  $N=3$
- Nivel de aislamiento de los cuadros de BT:  $V_{bt} = 10 \text{ kV}$
- Resistividad del hormigón:  $\rho_H = 3000 \Omega\text{m}$
- Edificio prefabricado PFU-5 de dimensiones 2,380x6,080 m
- Electrodo utilizado: rectángulo perimetral 4,5x8 metros+8 picas.
- $Z_B$  (impedancia del cuerpo humano) = 1000  $\Omega$
- $R_{a1}$  (Resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante) = 2000  $\Omega$
- $R_{a2}$  (Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno de un pie) = 3  $\phi_s$

### 2.9.1 PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.

Teniendo en cuenta las tensiones aplicadas máximas establecidas en ITC-RAT 13, al proyectar una instalación de tierras se seguirá el procedimiento que sigue:

- Investigación de las características del suelo.
- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente de eliminación del defecto.
- Diseño preliminar de la instalación de tierra.
- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.
- Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el exterior e interior de la instalación.
- Comprobar que las tensiones de paso y contacto calculadas en 5 son inferiores a los valores máximos admisibles.
- Investigación de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, pantallas o armaduras de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos, y estudio de las formas de eliminación o reducción.
- Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

Después de construida la instalación de puesta tierra, se harán las comprobaciones y verificaciones precisas in situ, y se efectuarán los cambios necesarios que permitan alcanzar valores de tensión aplicada inferiores o iguales a los máximos admitidos.

### 2.9.2 INSTALACIÓN DE TIERRA GENERAL.

Elementos a conectar a tierra por motivos de protección

Se pondrán a tierra las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones. Se pondrán a tierra los siguientes elementos:

- Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- Elementos de la construcción: Los elementos metálicos de la construcción en edificaciones que alberguen instalaciones de alta tensión, deberán conectarse a tierra de acuerdo con las indicaciones siguientes. En los edificios de estructura metálica, ésta y los demás elementos metálicos, tales como puertas, ventanas, escaleras, barandillas, tapas y registros, etc., deberán ser conectados a tierra. En

los edificios destinados a instalaciones de tercera categoría construidos con materiales tales como hormigón armado o en masa, ladrillo o mampostería, las puertas, ventanas, escaleras, tapas y registros podrán no conectarse al circuito de tierra y dejarse aisladas del mismo, siempre que en el diseño de la instalación se adopten las medidas necesarias para evitar la puesta a tensión de estos elementos por causa de un defecto o avería. En los centros de transformación prefabricados según la norma UNE-EN 62271-202 estas medidas serán garantizadas por el fabricante. En centros de transformación subterráneos, dada la dificultad que presenta la separación eléctrica entre la escalera y su tapa de acceso, es necesario disponer ambos elementos en las mismas condiciones de puesta a tierra, bien aislados de la instalación de tierra general, o bien conectados a dicha instalación. En cualquier caso, en los edificios de hormigón armado las armaduras deberán ser puestas a tierra.

- Las vallas y cercas metálicas.
- Las columnas, soportes, pórticos, etc.
- Las estructuras y armaduras metálicas de los edificios que contengan instalaciones de alta tensión.
- Las armaduras metálicas de los cables.
- Las tuberías y conductos metálicos.
- Las carcasas de transformadores, generadores, motores y otras máquinas.
- Hilos de guarda o cables de puesta a tierra de las líneas aéreas.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.
- Pantalla de separación de los circuitos primario y secundario de los transformadores de medida o protección.

### 2.9.3 ELEMENTOS A CONECTAR A TIERRA POR MOTIVOS DE SERVICIO.

Se conectarán a tierra los elementos de la instalación necesarios y entre ellos:

Los neutros de los transformadores, que lo precisen, en instalaciones o redes con neutro a tierra de forma directa o a través de resistencias o bobinas.

El neutro de los alternadores y otros aparatos o equipos que lo precisen.

Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida o protección, salvo que existan pantallas metálicas de separación conectadas a tierra entre los circuitos de alta y baja tensión de los transformadores.

Los limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.

### 2.9.4 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.

En las instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra ( $I_d$ ) inferior o igual a 1500 A no será obligatorio realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno, pudiéndose estimar su resistividad por medio de la tabla 2 de ITC-RAT 13, en las que se dan unos valores orientativos. Para intensidades de cortocircuito a tierra superiores a 1000 A, si el proyectista utiliza en sus cálculos resistividades del terreno inferiores a 200  $\Omega \cdot m$  deberá justificar dicho valor mediante un estudio que incluya mediciones de la resistividad.

**Se adopta una resistividad del terreno de  $\varphi_s = 150 \Omega \cdot m$  ya que tenemos que  $I_d = 500 A < 1000 A$**

### 2.9.5 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.

- Designación de electrodo (según RAT y MT 2.11.33.ed.03 de mayo de 2019 especificaciones particulares para el diseño de puesta a tierra para centros de transformación de tensión nominal  $\leq 30$  kV): rectángulo perimetral equipotencial 4,5x8 metros formado por conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup>+8 picas de 2 m.  $K_r = 0,06303 \Omega/\Omega m$ ,  $K_{p,t-t} = 0,01271 V/(\Omega m) A$ ,  $K_{p,a-t} = 0,03040 V/(\Omega m) A$  con pantallas conectadas y accesibilidad con calzado y sin calzado.

Designación del electrodo	$\rho$ max ( $\Omega m$ )											$K_r$ $\left(\frac{\Omega}{\Omega m}\right)$	$K_{p,t-t}$ $\left(\frac{V}{(\Omega m) A}\right)$	$K_{p,a-t}$ $\left(\frac{V}{(\Omega m) A}\right)$	
	pantallas conectadas a un apoyo			pantallas conectadas a un CT											
	20 kV con $I_{1fp}=2228$ A	20 kV con $I_{1fp}=1000$ A	<20 kV o 20 kV con $I_{1fp}=500$ A	20 kV con $I_{1fp}=2228$ A			20 kV con $I_{1fp}=1000$ A			20 kV con $I_{1fp}=500$ A					<20 kV
				N=2	N=4	N=8	N=1	N=2	N=4	N=1	N=2				
CPT-CT-A-(4x7)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06822	0,01409	0,03320
CPT-CT-A-(4x7.5)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06650	0,01368	0,03227
CPT-CT-A-(4x8)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06488	0,01329	0,03140
CPT-CT-A-(4x8.5)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06336	0,01293	0,03058
CPT-CT-A-(4x9)+8P2	100	300	800	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06192	0,01260	0,02980
CPT-CT-A-(4.5x5)+8P2	100	300	600	200	400	700	400	500	900	800	1000	1000	0,07399	0,01537	0,03634
CPT-CT-A-(4.5x5.5)+8P2	100	300	600	200	400	700	400	500	900	800	1000	1000	0,07182	0,01482	0,03516
CPT-CT-A-(4.5x6)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06981	0,01433	0,03407
CPT-CT-A-(4.5x6.5)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06795	0,01388	0,03305
CPT-CT-A-(4.5x7)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06620	0,01346	0,03211
CPT-CT-A-(4.5x7.5)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06457	0,01307	0,03122
CPT-CT-A-(4.5x8)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06303	0,01271	0,03040
CPT-CT-A-(4.5x8.5)+8P2	100	300	800	200	400	700	400	600	1000	800	1000	1000	0,06158	0,01238	0,02962
CPT-CT-A-(4.5x9)+8P2	100	300	800	200	400	700	400	600	1000	800	1000	1000	0,06021	0,01206	0,02888
CPT-CT-A-(5x5)+8P2	100	300	600	200	400	700	400	500	900	800	1000	1000	0,07175	0,01466	0,03512
CPT-CT-A-(5x5.5)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06969	0,01414	0,03400
CPT-CT-A-(5x6)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06779	0,01368	0,03297
CPT-CT-A-(5x6.5)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06601	0,01325	0,03201
CPT-CT-A-(5x7)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06435	0,01286	0,03111
CPT-CT-A-(5x7.5)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06279	0,01250	0,03027
CPT-CT-A-(5x8)+8P2	100	300	800	200	400	700	400	600	1000	800	1000	1000	0,06133	0,01216	0,02948
CPT-CT-A-(5x8.5)+8P2	100	300	800	200	400	700	400	600	1000	800	1000	1000	0,05994	0,01185	0,02874
CPT-CT-A-(5x9)+8P2	100	400	800	200	400	700	400	600	1000	800	1000	1000	0,05863	0,01155	0,02804

Tabla 5. Centros de Transformación prefabricados de hormigón de superficie (CTS) y Centros de Seccionamiento independientes (CSI). Tensión nominal  $\leq 20$  kV. Pantallas de los cables: conectado. Accesibilidad: con calzado y sin calzado, según MT 2.11.33.

- N: Mínimo número de CTs adicionales conectados a través de pantallas (3).
- $K_r$ : Coeficiente de resistencia de puesta a tierra.
- $K_{p,t-t}$ : Coeficiente de tensión de paso terreno-terreno.
- $K_{p,a-t}$ : Coeficiente de tensión de paso acera-terreno.
- $K_r'$ : Coeficiente de resistencia de puesta a tierra más desfavorable de los CT adicionales=0,088  $\Omega/\Omega m$

## 2.9.6 CÁLCULO DEL SISTEMA DE TIERRA.



El valor máximo de la resistencia de puesta a tierra, en función de la tensión de red y del tipo de conexión de las pantallas del centro de transformación será:

Tensión nominal de la red $U_n$ (kV)	Conexión de las pantallas	Máximo valor de la resistencia de puesta a tierra ( $\Omega$ )
$\leq 20$ kV	Desconectado	50
	Conectado	100
30 kV	Desconectado	30
	Conectado	60

Tabla 6. Valores máximos de la resistencia a tierra en Centros de Transformación, según MT 2.11.33.

Resistencia de puesta a tierra de protección del CT según el electrodo elegido:

$$R_T = K_r \times \rho_s = 0,06303 * 150 = 9,45\Omega < 100\Omega \quad \text{Cumple}$$

#### 2.9.7 DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

#### Intensidad de defecto

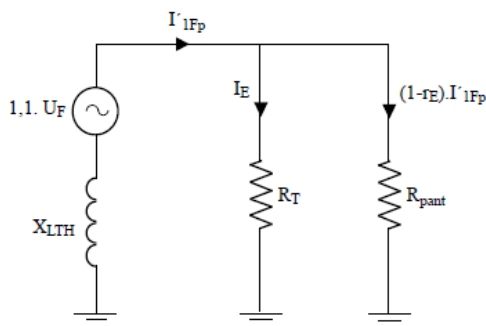


Figura 4. Equivalente Thévenin para el cálculo de la intensidad máxima de defecto a tierra en redes con puesta a tierra por reactancia, teniendo en cuenta la resistencia de puesta a tierra de protección del Centro de Transformación  $R_T$  y la resistencia equivalente de las pantallas de los cables subterráneos de Alta Tensión y de sus puestas a tierra,  $R_{pant}$ , según MT 2.11.33.

Los distintos sistemas de puesta a tierra de servicio en la red de distribución de Media Tensión de Iberdrola, dan lugar a un circuito equivalente Thévenin para el fallo monofásico.

Para el cálculo de las intensidades de las corrientes de defecto a tierra y de puesta a tierra, se ha de tener en cuenta la forma de conexión del neutro a tierra en la ST, la configuración y características de la red durante el período subtransitorio, la resistencia de puesta a tierra del electrodo considerado,  $R_T$ , y la resistencia de puesta a tierra de las pantallas de los cables subterráneos de alta tensión y de sus puestas a tierra,  $R_{pant}$ , si ha lugar. La  $R_{pant}$  variará dependiendo del número (N) de CTs conectados a través de las pantallas de los cables.

MT 2.11.33 ed. 03 mayo de 2019.

Calculo de la intensidad de la corriente de defecto a tierra de la instalación alimentada desde línea subterránea con las pantallas conectadas:

#### Resistencia PaT de los CT adicionales

$$R_{PANT} = \frac{\rho_S \times K_r}{N} = \frac{150 \times 0,088}{3} = 4,4 \Omega$$

La resistencia de puesta a tierra obtenida a través de las pantallas es  $R_{pant} = 4,44 \Omega$

Siendo  $R_{TOT}$  el paralelo de las resistencias del CT y del resto de CTs conectados a través de las pantallas de los cables.

$$R_{TOT} = \frac{R_T \times R_{PANT}}{R_T + R_{PANT}} = \frac{9,45 \times 4,44}{9,45 + 4,44} = 3 \Omega$$

$r_E$  = relación entre la corriente que circula por el electrodo y la corriente de defecto a tierra.

$$r_E = \frac{R_{TOT}}{R_T} = \frac{3}{9,45} = 0,317$$

#### La intensidad de defecto a tierra

$$I'_{1FP} = \frac{1,1 \times U_n}{r_E \times \sqrt{3} \sqrt{R_T^2 + \left( \frac{X_{LTH}}{r_E} \right)^2}} = \frac{1,1 \times 20000}{0,317 \times \sqrt{3} \sqrt{9,45^2 + \left( \frac{25,4}{0,317} \right)^2}} = 497 A$$

#### Tiempo de disparo de la protección

La característica de actuación de las protecciones, para el caso de faltas a tierra, para las instalaciones de lberdrola con tensiones nominales  $\leq 30$  kV, cumple con las relaciones indicadas en la siguiente tabla:

Característica de actuación de las protecciones	$U_n$ (kV)
$I'_{1F} \cdot t = 400$	$\leq 20$ kV
$I'_{1FP} \cdot t = 400$	
$I'_{1F} \cdot t = 2200$	30 kV
$I'_{1FP} \cdot t = 2200$	

Tabla 7. Característica de actuación de las protecciones en caso de defecto a tierra, según MT 2.11.33.

$$I'_{1FP} \cdot t = 400 \quad t = \frac{400}{I'_{1FP}} = \frac{400}{497} = 0,80$$

Las protecciones actúan en tiempos iguales o inferiores a los resultantes de las fórmulas, para cada intensidad, y siempre que las resistencias de puesta a tierra sean inferiores a **30  $\Omega$  en 30kV y 50  $\Omega$  en 20kV** o tensiones inferiores. (MT2.03.20)

#### 2.9.8 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO EN LA INSTALACIÓN.

##### Tensión de contacto aplicada

Valor máximo admisible de la tensión aplicada  $V_{ca}$  para un tiempo de disparo de 0,80 s

Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada $U_{ca}$ en función de la duración de la corriente de falta $I'_{1FP}$ (s)	
Duración de la corriente de falta, $t_f$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, $U_{ca}$ (V)
0,05	735
0,10	633
0,20	528
0,30	420
0,40	310
0,50	204
0,60	185
0,70	165
0,80	146
0,90	126
1,00	107

2,00	90
5,00	81
10,00	80
>10,00	50

Tabla 8. Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada  $V_{ca}$  en función de la duración de la corriente de falta  $tF$ . Según MT 2.11.33

La  $V_{ca}$  máxima admisible en la instalación es de **146 V** (ITC-RAT-13).

### Tensión de contacto máxima

$V_{ca}$ = Tensión de contacto aplicada admisible. Tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre una mano y los pies. Solo se tiene en cuenta la impedancia propia del cuerpo humano.

$V_c$ = Tensión de contacto máxima admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas considerando resistencias adicionales (calzado, resistencia del punto de contacto...)

La tensión de contacto máxima admisible en la instalación en servicio será:

$$V_c = V_{ca} \left( 1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2ZB} \right) = 146 \left( 1 + \frac{2000 + 3 \times 150}{2 \times 1000} \right) = 325V$$

### Tensión de contacto

Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión de contacto.

Con objeto de evitar el riesgo por tensión de contacto en el exterior, se emplazará en la superficie, una acera perimetral de hormigón a 1,2 m de las paredes del centro de transformación. Embebido en el interior de dicho hormigón se instalará un mallazo electro soldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,3 x 0,3 m, a una profundidad de al menos 0,1 m. Este mallazo se conectará a la puesta a tierra de protección del centro de transformación al menos en cuatro puntos.

Con objeto de evitar el riesgo por tensión de paso y contacto en el interior, en el piso del centro de transformación se instalará 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, esté 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.

La medida real obtenida ha de ser inferior a 325 V.

### Tensión de defecto

Se verificará que la tensión que aparece en la instalación en caso de falta sea inferior a la tensión de aislamiento de los cuadros de BT del Centro de Transformación, en este caso 10 kV.

La tensión de defecto máxima se obtendrá:

$$V'_d = I'_{1FP} \times R_{TOT} = 497 \times 3 = 1.491V < V_{bt} = 10.000V \text{ Cumple}$$

### Tensión de paso

Cálculo de la tensión de paso máxima que aparece en la instalación cuando se produce el defecto a tierra:  
 (al estar conectadas las pantallas  $I_E = r_E \times I'_{1FP}$ )

$$I_E = 0,317 \times 497 = 157,55 A$$

Con los pies en el terreno:

$$V'_{P1} = K_{pt-t} * \rho_s * I_E = 0,01271 * 150 * 157,55 = 300,37V$$

Con un pie en la acera y otro en el terreno (tensión de paso en el acceso)

$$V'_{P2} = K_{pa-t} * \rho_s * I_E = 0,03040 * 150 * 157,55 = 718,43V$$

### Calculo de la tensión de paso máxima aplicada a la persona

a) Con los pies en el terreno:

$$V'_{Pa1} = \frac{V'_{P1}}{1 + \frac{2R_{a1} + 3\rho_s + 3\rho_s}{Z_B}} = \frac{300,37}{1 + \frac{2 \times 2000 + 3 \times 150 + 3 \times 150}{1000}} = 50,91V$$

b) Con un pie en la acera y otro en el terreno

$$V'_{Pa2} = \frac{V'_{P2}}{1 + \frac{2R_{a1} + 3\rho_s + 3\rho_h}{Z_B}} = \frac{718,43}{1 + \frac{2 \times 2000 + 3 \times 150 + 3 \times 3000}{1000}} = 49,72V$$

Los valores admisibles de la tensión de paso aplicada entre los dos pies de una persona, considerando únicamente la propia impedancia del cuerpo humano sin resistencias adicionales como las de contacto con el terreno o las del calzado se define como diez veces el valor admisible de la tensión de contacto aplicada, según RAT ( $V_{pa} = 10 V_{ca}$ )

$V_{pa}$  = Tensión de paso aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre los dos pies. ( $V_{pa} = 10 V_{ca}$ ).

$V_p$  = Tensión de paso máxima admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas, considerando resistencias adicionales (por ejemplo, resistencia a tierra del punto de contacto, calzado, presencia de superficies de material aislante).

La tensión de paso aplicada

$$V_{pa} = 10 * V_{ca} = 10 * 146 = 1460V$$

$$V'_{pa2} = 49,72V < 1460V \text{ Cumple.}$$

$$V'_{pa1} = 50V < 1460V \text{ Cumple.}$$

La tensión de paso máxima admisible con calzado  $V'_p$

$$V'_p = V_{pa} \left( 1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{ZB} \right) = 10xV_{ca} \left( 1 + \frac{2R_{a1} + 6\varphi_s}{1000} \right) = 10x146 \left( 1 + \frac{2 * 2000 + 6 * 150}{1000} \right) = 8614V$$

$$V'_{p1} \leq V'_{p2} = 718,43V < V'_p = 8614V \text{ Cumple.}$$

Luego el electrodo elegido cumple con RD 337/2014 RAT / ITC-RAT13 y MT 2.11.33 de mayo de 2019.

#### 2.9.9 CALCULO DE PUESTA A TIERRA POR MOTIVO DE SERVICIO.

Se conectará a este sistema de tierras de servicio 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 del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

<b>Identificación</b>	8/42 (según método UNESA)
<b>Geometría</b>	Picas alineadas
<b>Número de picas</b>	Cuatro
<b>Longitud de las picas</b>	2 metros
<b>Separación entre picas</b>	3 metros
<b>Profundidad de las picas</b>	0,8 m
<b>K<sub>r</sub></b>	0,100 Ω/Ωm
<b>K<sub>p</sub></b>	0,0127 V/ΩmA

Tabla 9. Características de tierras de servicio, según método UNESA.

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{tserv} = K_r \cdot \rho_s = 0,100 \cdot 150 = 15\Omega < 37 \Omega \text{ cumple.}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7, como mínimo, contra daños mecánicos.

#### 2.9.10 DISTANCIA ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA.



El electrodo correspondiente a la puesta a tierra de servicio se unirá al electrodo de la puesta a tierra de protección cuando el potencial absoluto del electrodo de puesta a tierra de protección, al ser atravesado por la máxima corriente de falta a tierra, adquiera un valor inferior o igual a 1000 V.

La separación  $D$ , en metros, entre el electrodo de puesta a tierra de protección y el de servicio, que garantiza que no se induzcan tensiones en el electrodo de puesta a tierra de servicio mayores de 1000 V, cuando circula por el electrodo de puesta a tierra de protección, la intensidad  $I_E$ , en Amperios, viene dado por la relación siguiente:

$$D \geq \frac{\rho_s \times I_E}{2 \times U \times \pi} = \frac{150 \times 124,5}{2 \times 1000 \times \pi} = 3m$$

$D$  = Distancia entre los electrodos de protección y servicio, en metros.

$\rho_s$  = Resistividad del terreno.

$I_E$  = Intensidad de defecto a tierra en el CT con pantallas conectadas ( $I_E = I'_{1FP} = 157,5$  A).

$U$  = Tensión máxima inducida en el electrodo de servicio al ser atravesado el electrodo de protección por la máxima intensidad de defecto.

$\pi = 3,1416$

En las zonas de cruce de la PAT de protección con la PAT de servicio se establecerá una distancia mínima de 0,40 m.

#### 2.9.11 CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL.

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

Elche, Septiembre de 2020

El autor del proyecto

Fdo. Jerónimo Benito Crouseilles

**3 PRESUPUESTO.**
**PRESUPUESTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE COMPAÑÍA**

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.1	Ud	Preparación y limpieza del terreno.			
		Total Ud .....	1	200	200,00
1.2	Ud	Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexas, empleando conductor de cobre desnudo y picas en geometría de anillo rectangular CPT-CT-A-4,5x8-8P2.			
		Total Ud .....	1,00	1410,00	1410,00
1.3	Ud	Base de 10 cm en lecho de arena nivelada para asentamiento de edificio prefabricado.			
		Total Ud .....	1,000	170,00	170,00
1.4	Ud	Instalación de puesta a tierra de protección en el interior del edificio de seccionamiento, con el conductor de cobre desnudo de 50 mm <sup>2</sup> , grapado a la pared, y conectado a los equipos de AT y demás aparatos así como una caja de tierras.			
		Total Ud .....	1,000	925,00	925,00
1.5	Ud	Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado tipo pfu.5 de dimensiones generales aproximadas de 6080 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según IEC 62271-202, transporte, montaje y accesorios.			
		Total Ud .....	1,000	9200,00	9200,00
1.6	Ud	Equipo compacto de corte y aislamiento cgmcosmos-3lp íntegro en gas, extensible y preparado para una eventual inmersión.			
		Total Ud .....	1,000	12000,00	12000,00
1.7	Ud	Celda de línea cgmcosmos-1. Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, incluido montaje y conexión.			
		Total Ud .....	1,000	4712,00	4712,00
1.8	Ud	Equipo de telegestión ekor.gid-Gestor inteligente distribución. Armario gestor inteligente de distribución ekor.gid-ATG según especificaciones de i-DE. La envolvente exterior de plástico libre de halógenos debe mantener una protección mecánica de grado IP32D según UNE 20324			
		Total Ud .....	1,000	3500,00	3500,00
1.9	Ju	Puentes BT-B2 de transformador. Juego de puentes de cables de BT, de sección y material tipo 0,6/1kV tipo RZ1 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad de 3xfase+2xneutro de 2,5 m de longitud			
		Total Ju .....	1,000	1050,00	1050,00
1.10	Ud	Cuadro BT-B2. Cuadro de Baja tensión optimizado CBTO-C de 6 salidas con fusibles, salidas trifásicas con fusibles en bases ITV, y demás características descritas en memoria			
		Total Ud .....	1,000	2975,00	2975,00
1.11	Ud	Transformador trifásico reductor de tensión ORMAZABAL, según las normas citadas en la memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia			

		630 kVA y refrigeración natural en aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2) y conexión grupo DYN11, de tensión de cortocircuito 4% y regulación primaria de +2,5%, +5%, +7,5% y +10%		
		Total Ud .....	1,000	11199,00 11199,00
1.12	Ud	Defensa de transformador. Protección metálica para defensa del transformador.		
		Total Ud .....	1,000	233,00 233,00
1.13	Ud	Tierras interiores de servicio. Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.		
		Total Ud .....	1,000	925,00 925,00
1.14	Ud	Puesta a tierra de servicio. Instalación exterior realizada con 4 picas alineadas de 2 m a 0,8 m de profundidad y distanciadas 3 m		
		Total Ud .....	1,000	630,00 630,00
1.15	Ud	Iluminación edificio transformación compuesto de equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de AT. Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.		
		Total Ud .....	1,000	600,00 600,00
1.16	Ud	Equipo de seguridad y maniobra compuesto por banquillo aislante, guantes, extintor de eficacia 89B, palanca de accionamiento y armario primeros auxilios.		
		Total Ud .....	1,000	700,00 700,00
1.17	Ud	Puentes AT. Cables AT 12/20 kV tipo HEPRZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones EUROMOLD de 24kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.		
		Total Ud .....	1,000	1175,00 1175,00
1.18	Ud	Interconexión enchufable apantallada no accesible de la función de protección MT y de la función transformador mediante conjuntos de unión unipolares de aislamiento 36 kV ORMALINK.		
		Total Ud .....	1,000	1175,00 1175,00
1.19	Ud	Tramites y legalizaciones		
		Total Ud .....	1,000	1875,00 1875,00
1.20	Ud	Puesta en marcha.		
		Total Ud .....	1,000	200,00 200,00
1.21	Ud	Medida de paso y contacto		
		Total Ud .....	1,000	350,00 350,00
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL				55204,00

**ASCIENDE EL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL A LA EXPRESADA CANTIDAD DE CINCUENTA Y CINCO MIL DOSCIENTOS CUATRO EUROS.**

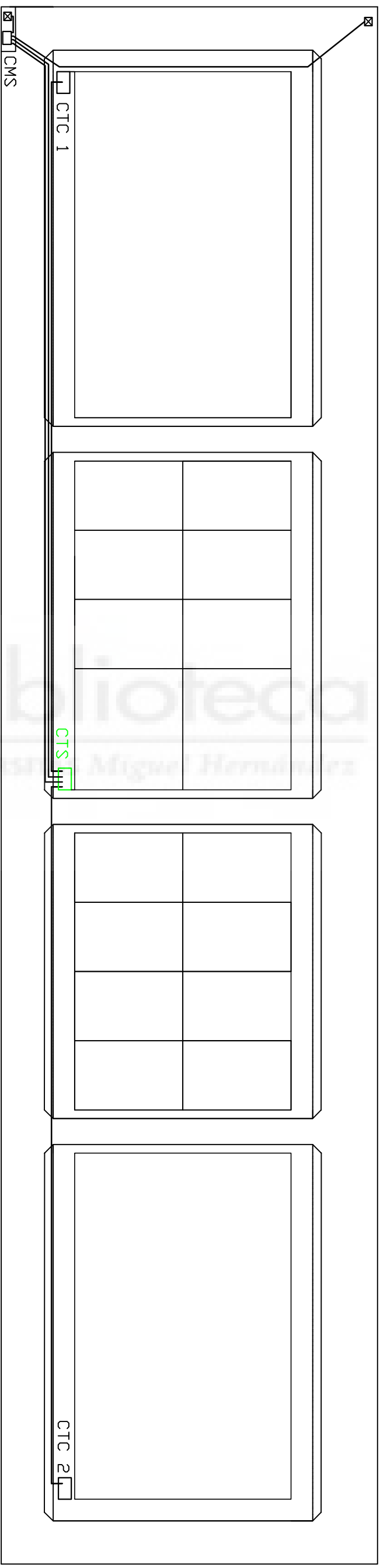
Elche, Septiembre de 2020

El autor del proyecto


Fdo. Jerónimo Benito Crouseilles

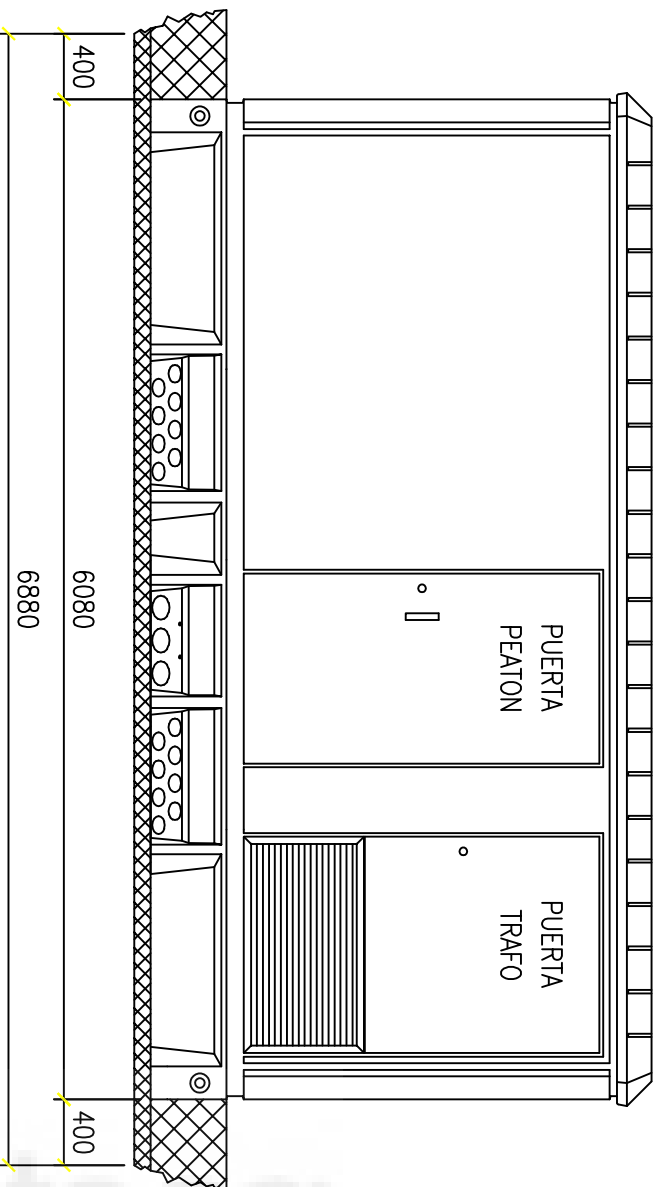
#### 4 PLANOS.



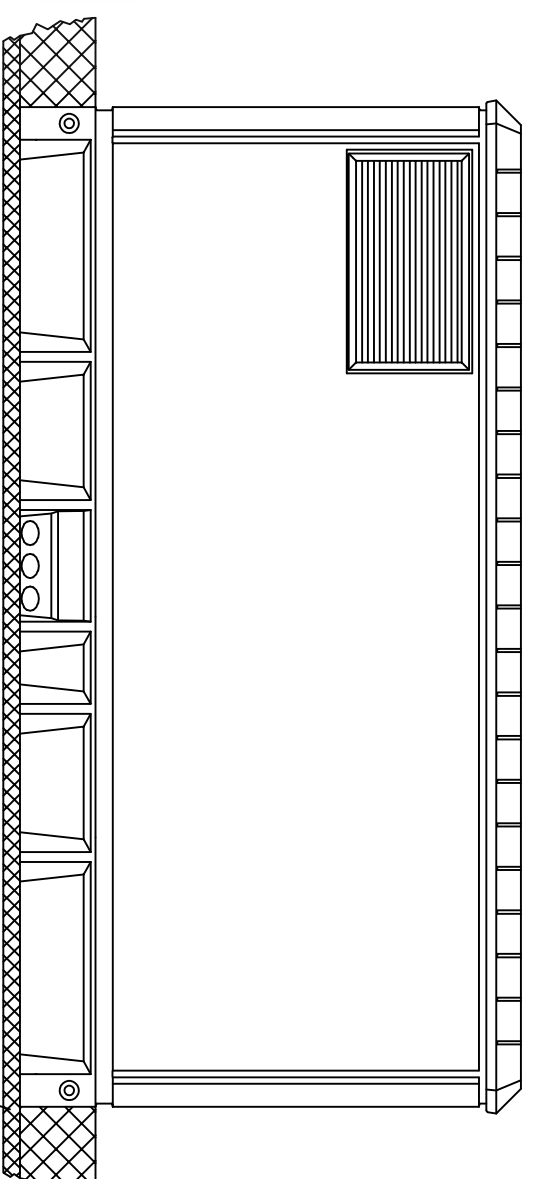


LEYENDA	
Elemento	Descripción
<input type="checkbox"/>	CT superficie de compañía de 630 KVA

 <b>UNIVERSITAT</b> <b>Miguel</b> <b>Hernández</b>	PLANO:	EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES.	PLANO N.º:	<b>1</b>
	PROYECTO:	ESCALA:	FECHA:	SITUACIÓN:
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE COMPAÑÍA DE 630 KVA EN POLIGONO INDUSTRIAL DE PINOSO.		S/E	SEPTIEMBRE 2020	PINOSO (ALICANTE)
			AUTOR:	JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES

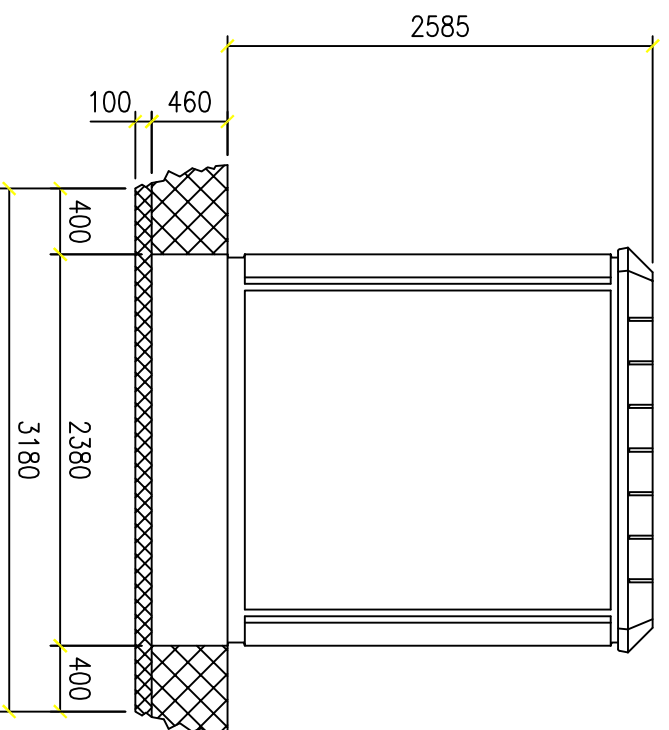


VISTA FRONTAL



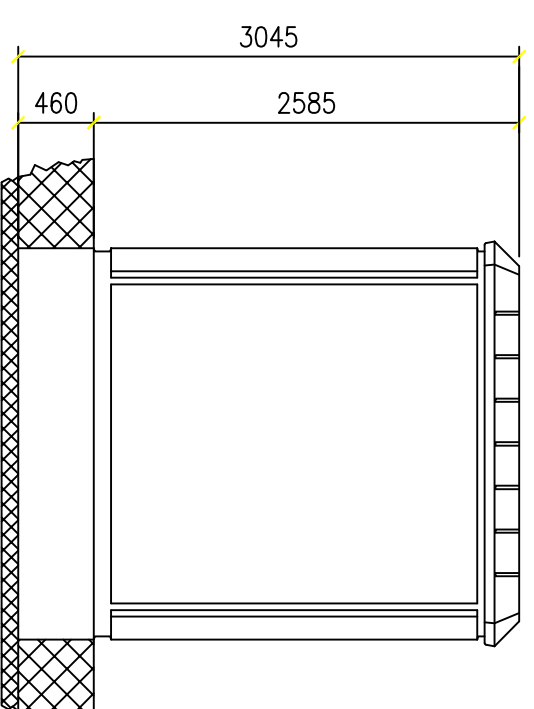
VISTA POSTERIOR

Arena de nivelación



VISTA LATERAL

IZQUIERDA




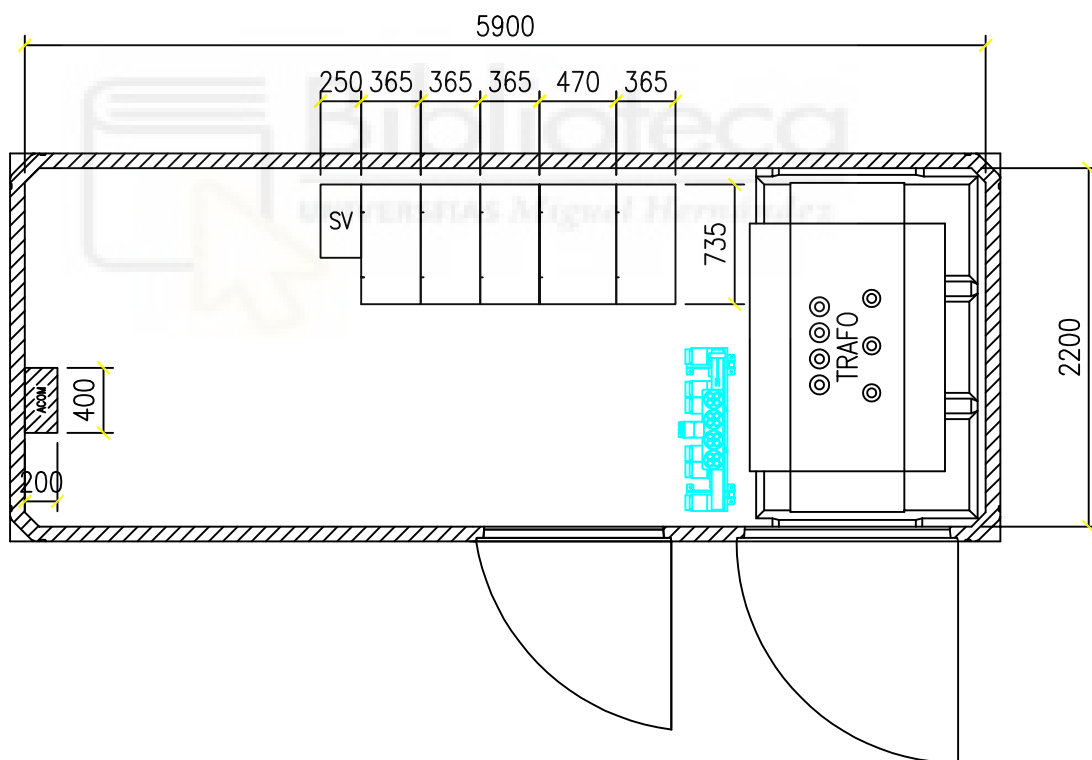
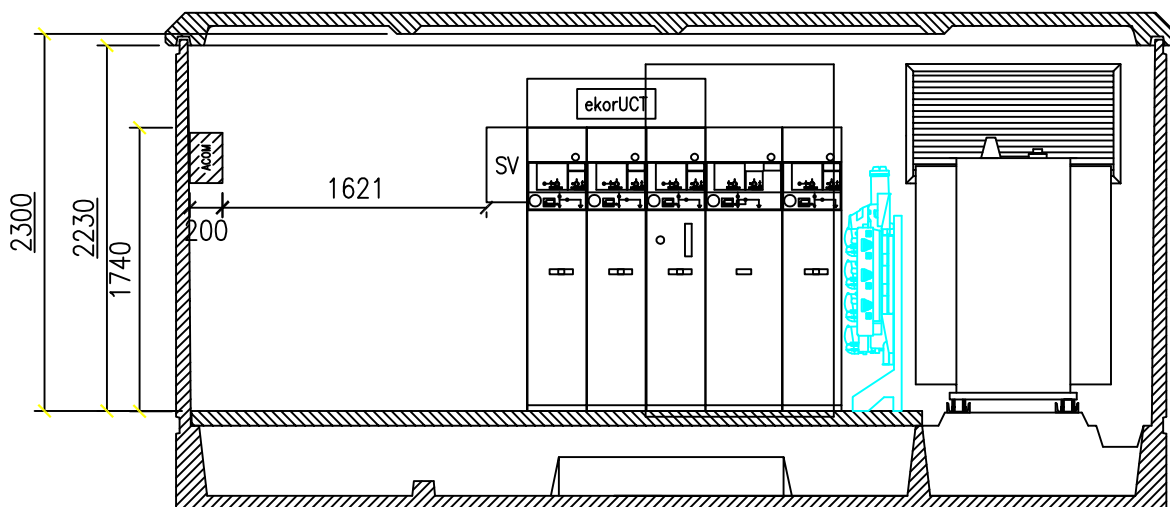
VISTA LATERAL


DERECHA

DIMENSIONES DE LA EXCAVACION  
6,88 m. ancho x 3,18 m. fondo x 0,56 m. profund.

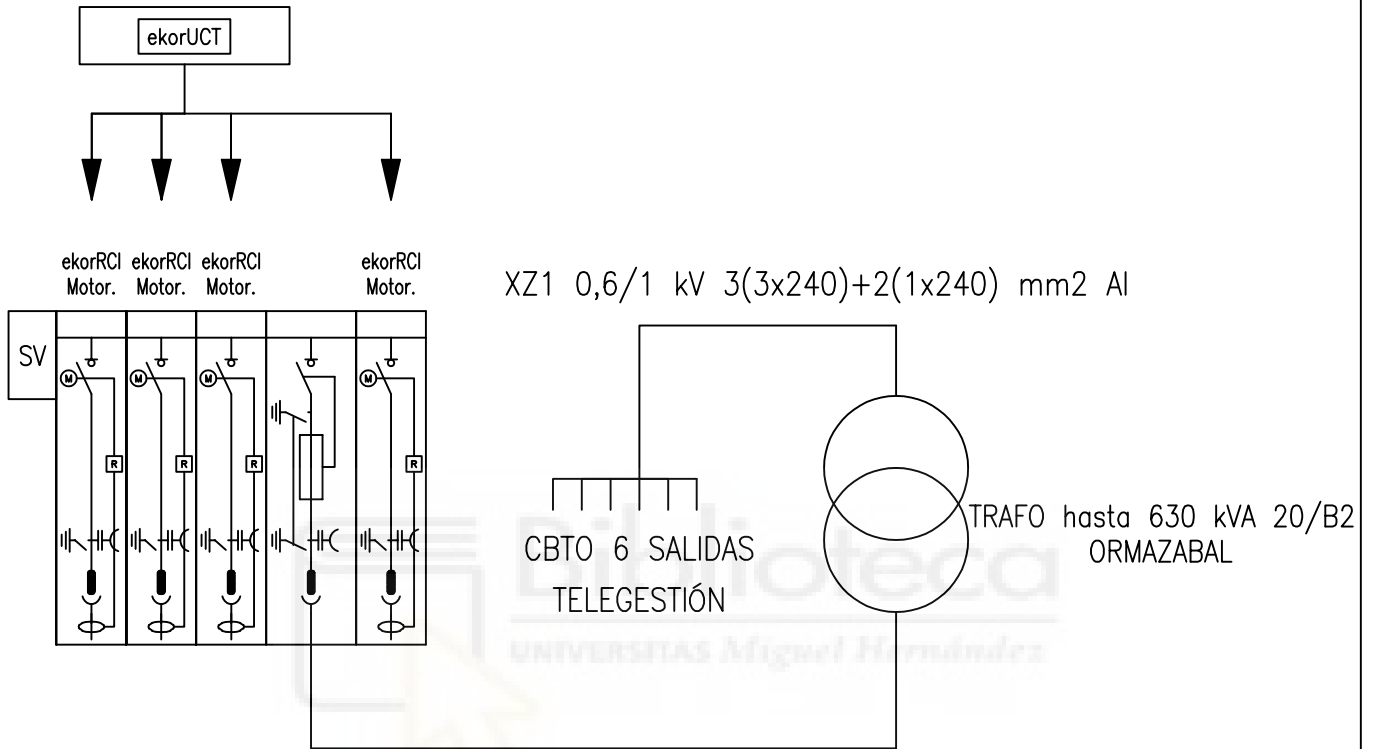


 <b>UNIVERSITAS Miguel Hernández</b>	PLANO:	DIMENSIONES DEL EDIFICIO PFU 5.	PLANO N.º:	<b>2</b>	
	ESCALA:	S/E	FECHA:	SEPTIEMBRE 2020	
PROYECTO:	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE COMPAÑIA DE 630 KVA EN POLIGONO INDUSTRIAL DE PINOSO.			SITUACIÓN:	PINOSO (ALICANTE)
	AUTOR:			JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES	



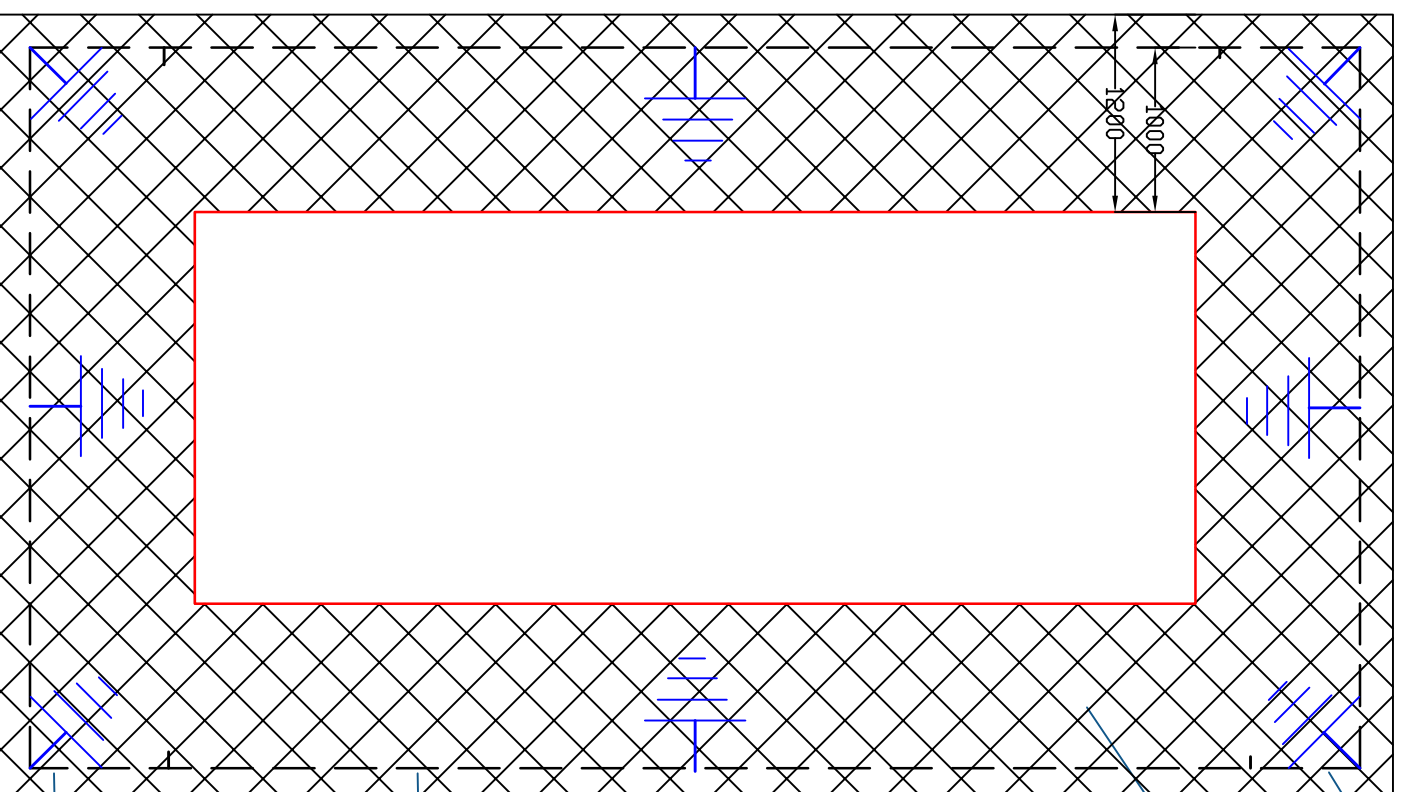
 <b>UNIVERSITAS</b> Miguel Hernández	PLANO: DETALLE DEL INTERIOR Y PLANTA.		PLANO Nº: <b>3</b>
	ESCALA: S/E	FECHA: SEPTIEMBRE 2020	SITUACIÓN: PINOSO (ALICANTE)
PROYECTO: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE COMPAÑIA DE 630 kVA EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO.		AUTOR: JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES	





Anillo exterior perimetral con el CT a 1 m del edificio conectado al mallazo 30x30 con redondos > 4 mm

Acera de hormigón perimetral al CT a 1,20 m del edificio



### PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

- anillo 4,38x8+8 picas

PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN CT PREFABRICADO DE SUPERFICIE

CONDUCTOR DESNUDO DE COBRE DE 50 mm<sup>2</sup>

PICA DE PUESTA A TIERRA 140/2000 mm



LONGITUDES EN mm



PLANO N.º:

PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN.

PLANO N.º:

5

ESCALA:

S/E

FECHA:

SEPTIEMBRE 2020

SITUACIÓN:

PINOSO (ALICANTE)

PROYECTO:

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE COMPAÑÍA DE 630 KVA EN  
POLIGONO INDUSTRIAL DE PINOSO.

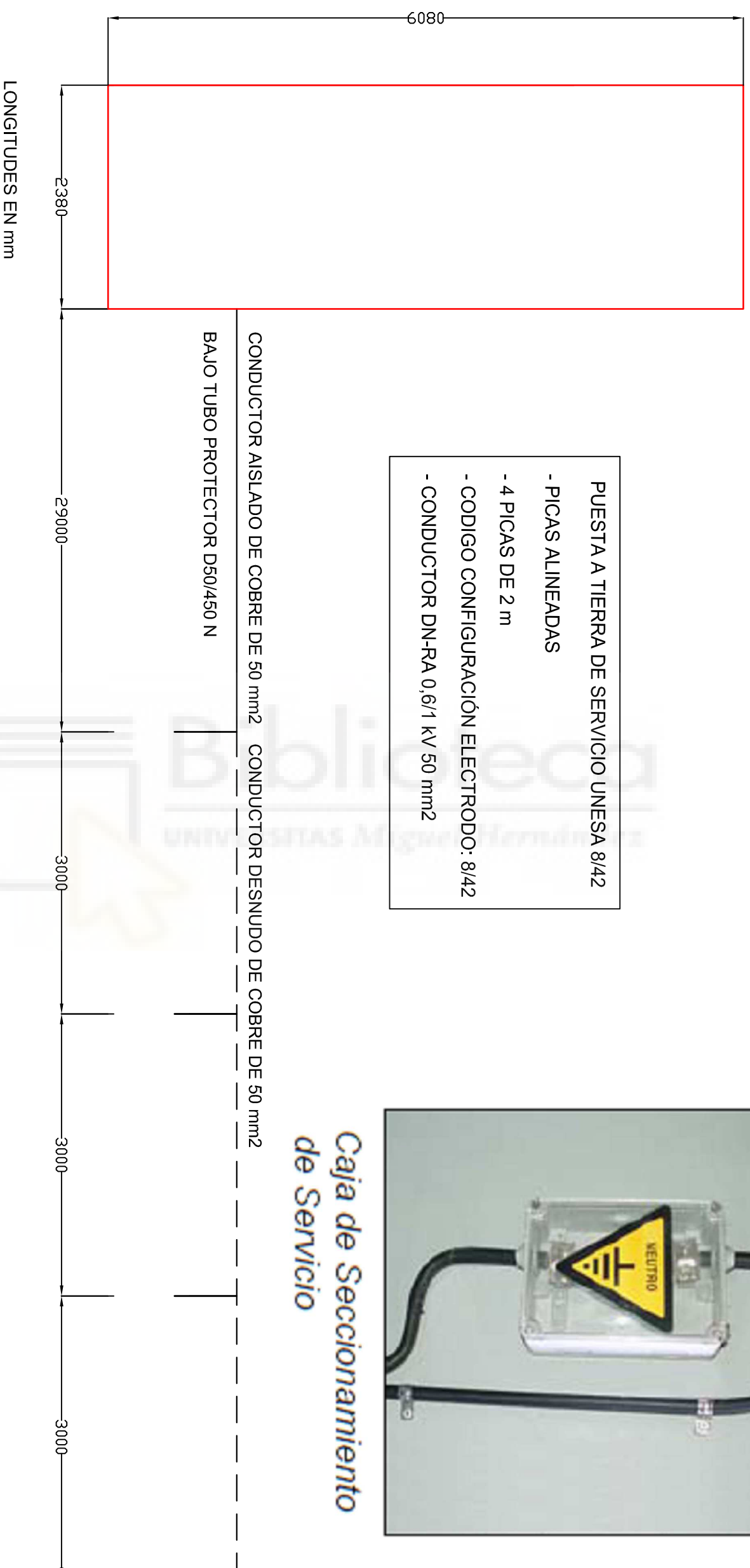
AUTOR:

JERÓNIMO BENITO CROUSELLES




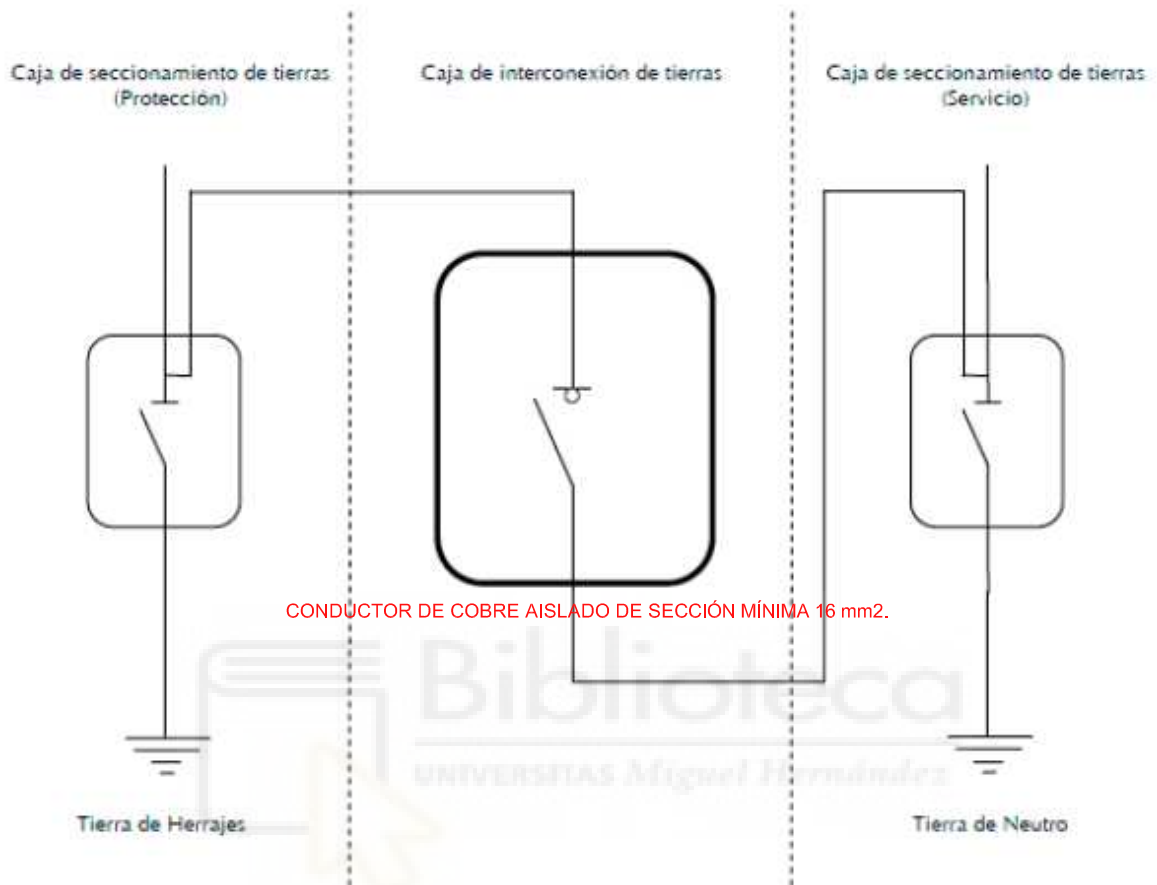
**Caja de Seccionamiento de Servicio**


- PUESTA A TIERRA DE SERVICIO UNESA 8/42**
- PICAS ALINEADAS
  - 4 PICAS DE 2 m
  - CODIGO CONFIGURACIÓN ELECTRODO: 8/42
  - CONDUCTOR DN-RA 0,6/1 KV 50 mm2

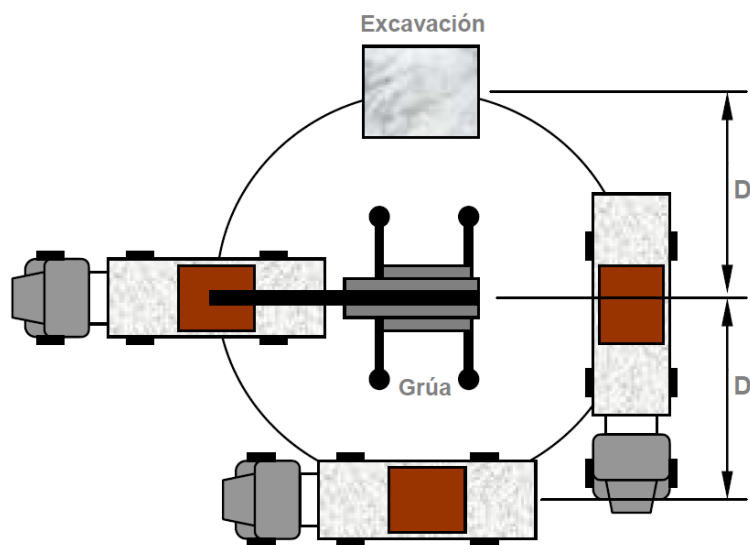


LONGITUDES EN mm

 <p><b>UNIVERSITAT</b> <i>Miguel Hernández</i></p>	PLANO:	PUESTA A TIERRA DE SERVICIO CT PREFABRICADO DE SUPERFICIE.	PLANO N.º:	<b>6</b>	
	ESCALA:	S/E	FECHA:	SEPTIEMBRE 2020	
PROYECTO:	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE COMPAÑIA DE 630 KVA EN POLIGONO INDUSTRIAL DE PINOSO.			SITUACIÓN:	PINOSO (ALICANTE)
				AUTOR:	JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES



 <b>UNIVERSITAS</b> <i>Miguel</i> <b>Hernández</b>	PLANO: ESQUEMA DE INTERCONEXIÓN DE LA CAJA DE UNIÓN DE TIERRAS.		PLANO N°: <b>7</b>
	ESCALA: S/E	FECHA: SEPTIEMBRE 2020	SITUACIÓN: PINOSO (ALICANTE)
PROYECTO: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE COMPAÑIA DE 630 kVA EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO.		AUTOR: JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES	




**NOTA:**  
D: Longitud máxima del brazo de la grúa de elevación.

Maniobra de descarga

Grúas recomendadas en función de las distancia "D" para PFU completo hasta 24 kV:

MODELO	DISTANCIA "D" PARA LA MANIPULACIÓN DEL CENTRO *			
	6000 mm	7000 mm	8000 mm	9000 mm
PFU-3	40 t	40 t	60 t	60 t
PFU-4	40 t	60 t	60 t	80 t
PFU-5	60 t	60 t	80 t	100 t
PFU-7	80 t	100 t	100 t	-

(\*) La potencia nominal es en t a 3000 mm

	PLANO: PLANIFICACIÓN DE LA DESCARGA.		PLANO Nº: <b>8</b>
	ESCALA: S/E	FECHA: SEPTIEMBRE 2020	SITUACIÓN: PINOSO (ALICANTE)
PROYECTO: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE COMPAÑIA DE 630 kVA EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO.			AUTOR: JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES

**PROYECTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN  
CLIENTE DE 630 kVA PARA PARCELA N1 Y N10  
EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO**



**Autor:** Jerónimo Benito Crouseilles

**Tutor:** Miguel López García

<b>1.- MEMORIA.</b>	<b>4</b>
<b>1.1 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS.</b>	<b>4</b>
1.1.1 TITULAR - PROMOTOR.	4
1.1.2 AUTOR DEL PROYECTO.	4
1.1.3 TERMINO MUNICIPAL.	4
1.1.4 SITUACIÓN.	4
1.1.5 ACTIVIDAD.	4
1.1.6 POTENCIA NECESARIA EN EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.	4
1.1.7 TIPO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.	4
1.1.8 PRESUPUESTO TOTAL.	4
<b>1.2 OBJETO DEL PROYECTO.</b>	<b>4</b>
<b>1.3 NORMATIVA TÉCNICA Y OTRAS DISPOSICIONES QUE SE CUMPLEN.</b>	<b>5</b>
<b>1.4 TITULAR.</b>	<b>8</b>
<b>1.5 EMPLAZAMIENTO.</b>	<b>8</b>
<b>1.6 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.</b>	<b>8</b>
<b>1.7 POTENCIA A TRANSPORTAR, CARACTERÍSTICAS, DESTINO Y USO DE LA ENERGÍA TRANSPORTADA.</b>	<b>9</b>
1.7.1 POTENCIA DEMANDADA EN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.	10
1.7.2 PLAZO DE EJECUCIÓN.	10
1.7.3 CARACTERÍSTICAS DE LA ENERGÍA.	10
<b>1.8 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.</b>	<b>10</b>
1.8.1 JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD O NO DE ESTUDIO DE IMPACTO MEDIOAMBIENTAL.	10
1.8.2 OBRA CIVIL.	10
1.8.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.	11
1.8.3 MATERIALES DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS.	13
1.8.4 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.	14
1.8.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN.	14
1.8.4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN Y TRANSFORMADOR.	14
1.8.4.3 CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS CUADROS DE BAJA TENSIÓN.	23
1.8.4.4 CARÁCTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE ALTA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN.	24
1.8.5 PUESTA A TIERRA.	25
1.8.5.1 TIERRA DE PROTECCIÓN.	25
1.8.5.2 TIERRA DE SERVICIO.	26
<b>1.9 PLANIFICACIÓN.</b>	<b>26</b>
<b>1.10 LIMITACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS.</b>	<b>26</b>
<b>1.11 LIMITACIÓN DEL RUIDO TRANSMITIDO.</b>	<b>27</b>



<b>2</b>	<b>CALCULOS JUSTIFICATIVOS.</b>	<b>28</b>
2.1	INTENSIDAD EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.	28
2.2	INTENSIDAD EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.	28
2.3	INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.	28
2.4	INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.	28
2.5	DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.	29
2.6	PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.	29
2.7	DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.	30
2.8	DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.	30
2.9	CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.	30
2.9.1	PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.	31
2.9.2	INSTALACIÓN DE TIERRA GENERAL	31
2.9.3	ELEMENTOS A CONECTAR A TIERRA POR MOTIVOS DE SERVICIO.	32
2.9.4	INVESTIGACIÓN DE LAS CARÁCTERÍSTICAS DEL SUELO.	32
2.9.5	DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.	32
2.9.6	CALCULO DEL SISTEMA DE TIERRA.	33
2.9.7	DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.	34
2.9.8	CALCULO DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO EN LA INSTALACIÓN.	36
2.9.9	CALCULO DE PUESTA A TIERRA POR MOTIVO DE SERVICIO.	38
2.9.10	DISTANCIA ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA.	39
2.9.11	CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL.	39
<b>3</b>	<b>PRESUPUESTO.</b>	<b>41</b>
<b>4</b>	<b>PLANOS</b>	<b>43</b>

---

## **PROYECTO DE CT DE ABONADO DE 630 kVA PARA PARCELAS N1 Y N10 EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO**

### **1.- MEMORIA.**

#### **1.1 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS.**

Se va a construir un polígono industrial y dos de las parcelas se van a dotar de un centro de transformación de cliente (CTC) de hasta 630 kVA.

Las parcelas N1 y N10 tienen una superficie de 4000 m<sup>2</sup> y una previsión de potencia de 500 kW por lo que su alimentación se efectuará a la tensión de 20 kV y CT propio para N1 (CTCN1 de 630 kVA) y N10 (CTCN10 de 630 kVA).

##### **1.1.1 TITULAR - PROMOTOR.**

El titular de las instalaciones será la actividad de la parcela 1 y parcela 10.

##### **1.1.2 AUTOR DEL PROYECTO.**

El presente proyecto es el trabajo fin de Grado de Jerónimo Benito Crouseilles.

##### **1.1.3 TERMINO MUNICIPAL.**

Los centros de transformación de cliente se instalarán en el término municipal de Pinoso, Alicante.

##### **1.1.4 SITUACIÓN.**

El CTCN1 se instalará en el Vial 3 en la fachada de la parcela N1 con situación cartográfica ETRS-89 UTM-30 X = 671 488 Y = 4 252 387 de Pinoso y el CTCN10 se instalará en el vial 3 en la fachada de la parcela N10 con situación cartográfica ETRS-89 UTM-30 X = 671 813 Y = 4 252 470 de Pinoso

##### **1.1.5 ACTIVIDAD.**

El centro de transformación está destinado a las actividades ubicadas en la parcela N1 y parcela N10 del polígono industrial.

##### **1.1.6 POTENCIA NECESARIA EN EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.**

La potencia del centro de transformación es de 630 kVA.

##### **1.1.7 TIPO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.**

CTC en envolvente prefabricada de superficie PFU-4 de Ormazabal para cliente.

##### **1.1.8 PRESUPUESTO TOTAL.**

Asciende el presupuesto de la línea aéreo-subterránea a la cantidad de 45603 Euros.

#### **1.2 OBJETO DEL PROYECTO.**

El presente proyecto tiene por objeto el trabajo fin de grado de la electrificación de un polígono industrial. En este trabajo se diseña y calcula el centro de transformación para cliente de las parcelas N1 y N10.

Este proyecto ha sido confeccionado de acuerdo con el proyecto tipo de Iberdrola de centro de transformación prefabricado de superficie MT 2.11.01 ed. 5 de mayo de 2019.

### 1.3 NORMATIVA TÉCNICA Y OTRAS DISPOSICIONES QUE SE CUMPLEN.

La normativa que se ha tenido en cuenta para la realización del proyecto es la siguiente:

#### LEGISLACION NACIONAL

- Ley 54/1997, de 27 noviembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto 1047/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de transporte de energía eléctrica.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión. (BOE de 13/9/08)
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Real Decreto 110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Ley 31/95, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

- 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
- Recomendación 519/99/CE del Consejo, de 12 de julio de 1999, relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos de 0 a 300 GHz.
- Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

## LEGISLACION AUTONÓMICA

- Decreto 88/2005, de 29 de abril, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen los procedimientos de autorización de instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica que son competencia de la Generalitat.
- Resolución de 22 de octubre de 2010, de la Dirección General de Energía, por la que se establece una declaración responsable normalizada en los procedimientos administrativos en los que sea preceptiva la presentación de proyectos técnicos y/o certificaciones redactadas y suscritas por técnico titulado competente y carezcan de visado por el correspondiente colegio profesional.
- Orden 9/2010, de 7 de abril, de la Conselleria de Infraestructuras y Transporte, por la que se modifica la Orden de 12 de febrero de 2001, de la Conselleria de Industria y Comercio, por la que se modifica la de 13 de marzo de 2000, sobre contenido mínimo en proyectos de industrias e instalaciones industriales.
- Resolución de 15 de octubre de 2010, del Conseller de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda y vicepresidente tercero del Consell, por la que se establecen las zonas de protección de la avifauna contra la colisión y electrocución, y se ordenan medidas para la reducción de la mortalidad de aves en líneas eléctricas de alta tensión.
- Ley 2/89, de 3 de marzo, de la Generalitat Valenciana, de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Decreto 162/90, de 15 de octubre, por el que se aprueba la ejecución de la Ley 2/89, de 3 de marzo, de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Decreto 32/2006, de 10 de marzo, del Consell de la Generalitat, por el que se modifica el Decreto 162/1990, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat, por el que se aprobó el Reglamento para la ejecución de la Ley
- Orden de 3 de enero de 2005, de la Consellería de Territorio y Vivienda por la que se establece el contenido mínimo de los estudios de impacto ambiental que se hayan de tramitar ante esta Consellería.
- Decreto 208/2010, de 10 de diciembre, del Consell, por el que se establece el contenido mínimo de la documentación necesaria para la elaboración de los informes a los estudios de impacto ambiental a los que se refiere el artículo 11 de la Ley 4/1998, de 11 de junio, de la Generalitat, del Patrimonio Cultural valenciano.
- Decreto 60/2012, de 5 de abril, del Consell, por el que regula el régimen especial de evaluación y de aprobación, autorización o conformidad de planes, programas y proyectos que puedan afectar a la Red Natura 2000.

- Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano.
- Ley 10/2010, de 12 de diciembre, de Residuos de la Comunidad Valenciana.
- Ley 5/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje, de la Comunitat Valenciana.
- Ley 3/1993, de 9 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, Forestal de la Comunidad Valenciana.
- Decreto 98/1995, de 16 de mayo, del Gobierno Valenciano, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 3/93, de 9 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, Forestal de la Comunidad Valenciana.
- Decreto 7/2004, de 23 de enero, del Consell de la Generalitat, por el que se aprueba el pliego general de normas de seguridad en prevención de incendios forestales a observar en la ejecución de obras y trabajos que se realicen en terreno forestal o en sus inmediaciones.
- Ley 3/2014, de 11 de julio, de Vías Pecuarias de la Comunitat Valenciana.
- Instrucción de 13 de enero de 2012, de la Dirección General del Medio Natural, sobre vías pecuarias.

## NORMATIVA DISTRIBUIDORA

Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.

- MT 2.11.01 ed. 5 de mayo de 2019. Proyecto tipo para centro de transformación prefabricado de superficie.
- MT 2.31.01, edición 10-mayo 2019. Proyecto tipo de líneas subterránea de AT hasta 30 kV.
- MT 2.03.20, edición 11-mayo 2019. Especificaciones particulares para instalaciones de alta tensión (hasta 30 kV) y baja tensión.
- MT3.51.20, edición 3-mayo 2019. Especificaciones particulares para sistemas de telegestión y automatización de red, instalación en nuevos centros de transformación.
- MT 2.11.33, edición 3, mayo 2019. Especificaciones particulares para el diseño de puestas a tierra para centros de transformación de tensión nominal  $\leq 30$  kV.
- NI 56.80.02, edición 12-mayo 2019. Accesorios para cables subterráneos de tensiones asignadas de 12/20 (24) kV hasta 18/30 (36) kV. Cables con aislamiento seco.
- NI 56.43.01, edición 7-mayo 2019. Especificación Particular – Cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefinas (HEPRZ1) para redes de AT hasta 30 kV.
- NI 56.88.01, edición 9-mayo 2019. Accesorios para cables aislados con conductores de aluminio para redes subterráneas de 0,6/1 kV.
- NI 50.42.11, edición 5-mayo 2019. Especificaciones particulares, celdas de alta tensión bajo envoltorio metálica hasta 36 kVA, prefabricadas, con dieléctrico de SF6, para CT.
- NI 75.06.31, edición 5-mayo 2019. Especificaciones particulares, fusibles limitadores de corriente asociados para AT hasta 36 kVA.
- Normas y recomendaciones de diseño del edificio:

CEI 62271-202 UNE-EN 62271-202

Centros de Transformación prefabricados.

NBE-X

---

Normas básicas de la edificación.

Normas y recomendaciones de diseño de aparataje eléctrica:

CEI 62271-1 UNE-EN 62271-1

Estipulaciones comunes para las normas de aparataje de Alta Tensión.

CEI 61000-4-X UNE-EN 61000-4-X

Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.

CEI 62271-200 UNE-EN 62271-200

Aparataje bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.

CEI 62271-102 UNE-EN 62271-102

Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

CEI 62271-103 UNE-EN 62271-103

Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.

CEI 62271-105 UNE-EN 62271-105

Combinados interruptor - fusible de corriente alterna para Alta Tensión.

Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:

CEI 60076-X

Transformadores de Potencia.

UNE 21428-1-1

Transformadores de Potencia.

Reglamento (UE) N° 548/2014 de la Comisión de 21 de mayo de 2014 por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes (Ecodiseño)

UNE 21428

Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.

#### **1.4 TITULAR.**

El titular de las instalaciones será la actividad de la parcela 1 y parcela 10.

#### **1.5 EMPLAZAMIENTO.**

El CTC N1 se instalará en el Vial 3 en la fachada de la parcela N1 con situación cartográfica ETRS-89 UTM-30 X = 671 488 Y = 4 252 387 de Pinoso y el CTC N10 se instalará en el vial 3 en la fachada de la parcela N10 con situación cartográfica ETRS-89 UTM-30 X = 671 813 Y = 4 252 470 de Pinoso.

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

El Centro de Transformación tipo cliente, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, con la necesidad de medición de la misma en alta tensión.

La energía será suministrada por la compañía Iberdrola a la tensión trifásica de 20 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de línea subterránea de media tensión proveniente del centro de seccionamiento ubicado en la misma calle.

Los elementos constitutivos del CTC serán:

- Envoltente prefabricada de hormigón tipo PFU-4
- Celda de remonte a barras (RB).
- Celda de protección con fusibles (P).
- Celda de medida (M).
- Transformador
- Cuadros de BT
- Armario de telegestión y comunicaciones ATG
- Interconexión celda-transformador
- Interconexión transformador-cuadro de BT
- Instalación de puesta a tierra (PaT)
- Señalización y material de seguridad
- Esquemas eléctricos
- Planos generales

El CTC deberá incorporar los elementos necesarios (equipos de telegestión, comunicaciones, alimentación, protección, cableados, etc.) que permitan implantar los sistemas de telegestión y telemedida, según se establece en el RD 1110/2007 de 24 de agosto y en la Orden ITC 3860/2007 de 28 de diciembre, adecuados a las características de la red de i-DE.

### **1.7 POTENCIA A TRANSPORTAR, CARACTERÍSTICAS, DESTINO Y USO DE LA ENERGÍA TRANSPORTADA.**

Se precisa el suministro de energía en el polígono industrial de Pinoso.

El suministro a las naves será en baja tensión 400 V/ B2 y alta tensión 20000 V.

La potencia demandada por cada parcela y sus características de suministro son:

<b>DESTINO</b>	<b>SUPERFICIE (m<sup>2</sup>)</b>	<b>ELECTRIFICACION (W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>POTENCIA (W)</b>	<b>TENSIÓN (V)</b>
<b>N1</b>	<b>4000</b>	<b>125</b>	<b>500000</b>	<b>20000</b>
N2	400	125	50000	400
N3	400	125	50000	400
N4	400	125	50000	400
N5	700	125	87500	400
N6	400	125	50000	400
N7	400	125	50000	400
N8	400	125	50000	400
N9	400	125	50000	400
<b>N10</b>	<b>4000</b>	<b>125</b>	<b>500000</b>	<b>20000</b>



N11	400	125	50000	400
N12	400	125	50000	400
N13	400	125	50000	400
N14-VE	700	Carga vehículo eléctrico	100000	400
N15	400	125	50000	400
N16	400	125	50000	400
N17	400	125	50000	400
N18	400	125	50000	400
Alumbrado			12000	400
<b>POTENCIA TOTAL DEMANDADA EN BAJA TENSIÓN</b>			<b>899 500 W</b>	
<b>POTENCIA TOTAL DEMANDADA EN ALTA TENSIÓN</b>			<b>1 000 000 W</b>	
<b>POTENCIA TOTAL DEMANDADA POR EL POLÍGONO</b>			<b>1 899 500 W</b>	

*Tabla 1. Potencia demandada por parcelas.*

Para resolver la demanda en alta tensión de las parcela N1 y N10 se instalará un transformador en cada parcela.

#### 1.7.1 POTENCIA DEMANDADA EN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Para resolver la demanda en 20 kV se montará una máquina de 630 kVA en la parcela N1 y otra de igual características en N10 con el fin de poder suministrar la potencia demandada de 500 kW.

#### 1.7.2 PLAZO DE EJECUCIÓN.

Se estima una duración de 6 meses.

#### 1.7.3 CARACTERÍSTICAS DE LA ENERGÍA.

Características de la energía	
Corriente	Alterna trifásica.
Frecuencia	50 Hz.
Tensión AT	20 kV.
Tensión más elevada	24 kV
Factor de potencia	0,9
Tensión BT	420 V

*Tabla 2. Características de la energía.*

### 1.8 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

#### 1.8.1 JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD O NO DE ESTUDIO DE IMPACTO MEDIOAMBIENTAL.

No procede al ser un centro con envolvente prefabricada en suelo urbano.

#### 1.8.2 OBRA CIVIL.



Figura 1. Catálogo de productos Ormazabal.

Edificio de hormigón monobloque tipo PFU-4/20 de Ormazabal  
El Centro de Transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

El centro de transformación se alojará encima de la acera interior de aparcamiento.

El peso total del edificio de transformación es de aproximadamente 20 t.

Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

### 1.8.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.

Edificio de Transformación: **PFU-4/20/RB+P+M+IFBT**

#### - Descripción

Los edificios **PFU** para Centros de Transformación, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de AT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos edificios prefabricados es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

#### - Envolvente

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kΩ respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de AT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para

cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

#### **- Placa piso**

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de AT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

#### **- Accesos**

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero. Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

#### **- Ventilación**

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

#### **- Acabado**

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

#### **- Calidad**

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad ISO 9001.

#### **- Alumbrado**

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

## - Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

## - Cimentación

Para la ubicación de los edificios PFU para Centros de Transformación es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

## - Características Detalladas

Nº de transformadores:	1
Tipo de ventilación:	Normal
Puertas de acceso peatón:	1 puerta de acceso

### Dimensiones exteriores

Longitud:	4460 mm
Fondo:	2380 mm
Altura:	3045 mm
Altura vista:	2585 mm
Peso:	13465 kg

### Dimensiones interiores

Longitud:	4280 mm
Fondo:	2200 mm
Altura:	2355 mm

### Dimensiones de la excavación

Longitud:	5260 mm
Fondo:	3180 mm
Profundidad:	560 mm

### 1.8.3 MATERIALES DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS.



Figura 2. Materiales de seguridad según norma UNE 204001.

El Centro de Transformación dispondrá de los siguientes elementos de seguridad:

1.- Banqueta y guantes aislantes para la correcta ejecución de las

maniobras, pudiendo tomar como referencia para la misma el documento informativo la NI 29.44.08 "Banquetas aislantes para maniobra" u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.



Figura 3. Triángulo indicativo de riesgo eléctrico. Normativa ISO 7010.

2.- Señalización de seguridad: se dotarán señal de riesgo eléctrico, señal de acceso a Centro de Transformación, cartel de primeros auxilios, cartel de las cinco reglas de oro, cartel de uso obligatorio de los EPI, cartel de teléfonos de emergencia, cartel de posibles riesgos, etc., y se rellenarán los carteles de teléfonos de emergencia y posibles riesgos asociados a la instalación. Se podrá tomar como referencia para estas señalizaciones el Anexo D del documento informativo MO.07.P2.11, u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.



Figura 4. Cartel 5 reglas de oro según RD 614/2001.

3.- Carteles de identificación y rotulado de centros de transformación y sus elementos de maniobra y protección. Puede tomarse como referencia para los mismos lo especificado en el documento informativo MT 2.10.55 "Criterios de identificación y rotulado de los centros de transformación y sus elementos de maniobra y protección", u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

## 1.8.4 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

### 1.8.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN.

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,1 kA.

La intensidad de defecto a tierra  $I_d = 500$  A

Ambos datos son facilitados por i-DE.

### 1.8.4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN Y TRANSFORMADOR.

#### 1 Ud. CELDA CGMCOSMOS-RB-Pt DE REMONTE DE BARRAS CON PUESTA A TIERRA CON AISLAMIENTO EN SF<sub>6</sub>

Celda de Media Tensión modular de remonte de barras con puesta a tierra con las siguientes características particulares:

##### Valores Eléctricos

- Tensión asignada U: 24 kV

---

- Intensidad asignada:	400 A
- Intensidad de corta duración $I_k$ :	16 kA eficaz – 40 kA cresta 1 s
- clase IAC AF/AFL (opcional):	16 kA 1 s

### Construcción

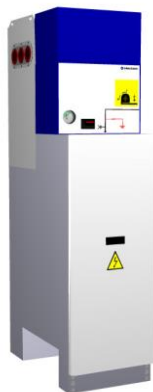


Figura 5.  
Catálogo de  
productos  
Ormazabal.

Compartimentos individuales con separación metálica de embarrado – seccionador de puesta a tierra, de conexión de cables con pasatapas frontales con las 3 fases a la misma altura, mecanismo de maniobras, con esquema sinóptico del circuito principal en la cubierta, y expansión de gases inferior trasera.

Seccionador de puesta a tierra trifásico en gas SF<sub>6</sub> categoría E2 (5 CC) de capacidad de cierre sobre cortocircuito según norma IEC 62271-102.

Mecanismo de maniobra operado mediante palanca, velocidad de accionamiento independiente del operador, manual tipo B con endurencia para el seccionador de puesta a tierra de clase M0, 1000 maniobras. Intercambiable en obra en cualquier posición del interruptor sin necesidad de cortar servicio, incorporando elemento de sujeción del interruptor con el mecanismo retirado condenable por candado.

Indicación de posición segura del interruptor (ensayo de cadena cinemática según IEC

62271-102).

3 Pasatapas de 630 A, tipo C, según norma EN 50181 para conexión mediante terminales atornillables (Ormazabal recomienda conectores Euromold).

Conjunto de Unión formado por 3 adaptadores elastoméricos con control del campo eléctrico.

### Seguridad

1 Indicador luminoso autoalimentado de presencia de tensión ekoVPIS de Ormazabal de acuerdo a norma IEC 61958.

Protección de personas y bienes ante los efectos de un arco interno, según los criterios del Anexo A de la norma IEC 62271-200 en todos los compartimentos clase IAC AFL (opcional).

### Dimensiones y Peso

Ancho:	365 mm
Alto:	1300/1740 mm
Fondo:	735 mm
Peso:	90/100 kg

### 1 Ud. CELDA CGMcosmos-P DE PROTECCIÓN CON FUSIBLES CON AISLAMIENTO Y CORTE EN SF<sub>6</sub>

Celda de Alta Tensión modular de protección con fusibles para protección de transformadores con potencia igual o inferior a 2000 kVA, en función de la tensión de red, con las siguientes características particulares:

## Valores Eléctricos

- Tensión asignada $U_r$ :	24 kV
- Intensidad asignada:	400 A
- Intensidad de corta duración $I_k$ :	16 kA eficaz – 40 kA cresta 1 s
- Intensidad de corta duración PaT:	1 kA eficaz – 2,5 kA cresta 1 s
- clase IAC AF/AFL (opcional):	16 kA 1 s
- fusible de protección	3X40 A MT 2.13.40 ed. 02. 2003

## Construcción



Figura 6.  
Catálogo de  
productos  
Ormazabal.

Compartimentos individuales con separación metálica de embarrado – interruptor, de conexión de cables y compartimentos portafusibles con pasatapas frontales con las 3 fases a la misma altura, mecanismo de maniobras, con esquema sinóptico del circuito principal en la cubierta, y expansión de gases inferior trasera.

Interruptor trifásico categoría E3 según norma IEC 60265-1 de corte en gas SF<sub>6</sub> de 3 posiciones **conectado – seccionado – puesto a tierra**, antes y después de los contactos de los fusibles, con seccionador de puesta a tierra categoría E2 (5 CC) de capacidad de cierre sobre cortocircuito según norma IEC 62271-102. Ambas secuencias, interruptor y seccionador, ensayadas sobre un mismo elemento.

Mecanismo de maniobra operado mediante palanca, velocidad de accionamiento independiente del operador, manual con retención tipo BR con bobina de disparo y mecanismo de disparo combinado interruptor – fusible con intensidad de transferencia de

1600 A, según IEC 62271-105. Endurancia para el interruptor de clase M1, 1000 maniobras, según norma IEC 60265-1 y para el seccionador de puesta a tierra de clase M0, 1000 maniobras. Intercambiable en obra en cualquier posición del interruptor sin necesidad de cortar servicio, incorporando elemento de sujeción del interruptor con el mecanismo retirado condenable por candado. Incorpora un contacto de señalización de posición del interruptor – seccionador:

Interruptor / Seccionador / Seccionador de PaT: 1 NAC

Compartimentos portafusibles independientes para cada fase aislados en gas situados en posición horizontal para fusibles limitadores de corriente de 24 kV, según IEC 60282-1.

Unidad de protección integrada en la celda **ekorRPT**, marca ORMAZABAL, con display digital para tarado / consulta local y comunicable (RS232 para configuración local, RS485 y fibra óptica opcional). Funciones de protección 3 x 50/51 + 50N/51N y disparo mediante señal externa. Incluye captadores de intensidad.

Indicación de posición segura del interruptor (ensayo de cadena cinemática según IEC 62271-102).

3 Pasatapas de 250 A, según norma EN 50181 para conexión mediante terminales enchufables (*Ormazabal recomienda conectores Euromold*).

Conjunto de Unión formado por 3 adaptadores elastoméricos con control del campo eléctrico.



## Seguridad

1 Indicador luminoso autoalimentado de presencia de tensión ekorVPIS de Ormazabal de acuerdo a norma IEC 61958.

Protección de personas y bienes ante los efectos de un arco interno, según los criterios del Anexo A de la norma IEC 62271-200 en todos los compartimentos clase IAC AFL (opcional).

### Dimensiones y Peso

Ancho:	470 mm
Alto:	1740 mm
Fondo:	735 mm
Peso:	150 kg

### Unidad de Protección: *ekorRPT*



Unidad digital de protección desarrollada para su aplicación en la función de protección de transformadores. Aporta a la protección de fusibles protección contra sobrecargas y defectos fase-tierra de bajo valor. Es autoalimentado a partir de 5 A a través de transformadores de intensidad toroidales, comunicable y configurable por software con histórico de disparos.

- Características:

- Rango de potencias: 50 kVA - 2500 kVA
- Funciones de Protección:
  - Sobreintensidad
  - Fases (3 x 50/51)
    - Neutro (50N / 51N)
    - Disparo exterior: Función de protección (49T)
    - Detección de faltas a tierra desde 0,5 A
  - Bloqueo de disparo interruptor: 1200 A y 300 A
  - Evita fusiones no seguras de fusibles (zona I3)
  - Posibilidad de pruebas por primario y secundario
  - Configurable por software (RS-232) y comunicable (RS-485)
  - Histórico de disparos
  - Medidas de intensidad: I1, I2, I3 e Io

- Elementos:

- Relé electrónico que dispone en su carátula frontal de teclas y display digital para realizar el ajuste y visualizar los parámetros de protección, medida y control. Para la comunicación dispone de un puerto frontal RS232 y en la parte trasera un puerto RS485 protocolo MODBUS (5 kV).

- Los sensores de intensidad son transformadores toroidales que tienen una relación de 300 A / 1 A. Para la opción de protección homopolar ultrasensible se coloca un toroidal adicional que abarca las tres fases. En el caso de que el equipo sea autoalimentado (desde 5 A por fase) se debe colocar 1 sensor adicional por fase.
- La tarjeta de alimentación acondiciona la señal de los transformadores de autoalimentación y la convierte en una señal de CC para alimentar el relé de forma segura. Dispone de una entrada de 230 Vca para alimentación auxiliar exterior con un nivel de aislamiento de 10 kV.
- El disparador biestable es un actuador electromecánico de bajo consumo integrado en el mecanismo de maniobra del interruptor.

- Otras características:

- I<sub>th</sub>/I<sub>din</sub> = 20 kA /50 kA
- Temperatura = -10 °C a 60 °C
- Frecuencia = 50 Hz; 60 Hz ± 1 %
- Ensayos:
  - De aislamiento según 60255-5
  - De compatibilidad electromagnética según CEI 60255-22-X, CEI 61000-4-X y EN 50081-2/55011.
  - Climáticos según CEI 60068-2-X
  - Mecánicos según CEI 60255-21-X
  - De potencia según CEI 60265 y CEI 60056

Así mismo este producto cumple con la directiva de la Unión Europea sobre compatibilidad electromagnética 89/336/EEC y con la CEI 60255. Esta conformidad es resultado de un ensayo realizado según el artículo 10 de la directiva, y recogido en el protocolo B131-01-69-EE acorde a las normas genéricas EN 50081 y EN 50082.

### TOROIDALES INSTALADOS



Figura 8. Catálogo de productos Ormazabal.

### TARJETA DE ALIMENTACIÓN

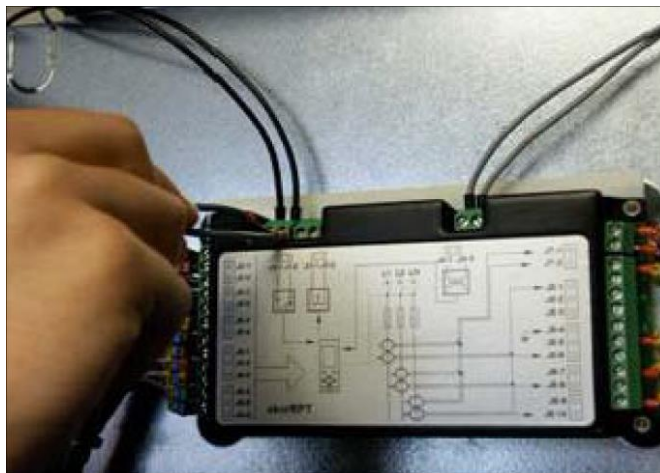


Figura 9. Catálogo de productos Ormazabal.

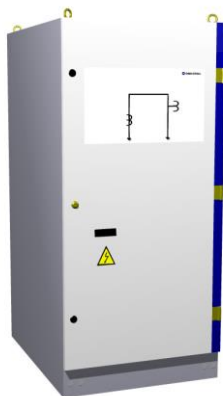
### 1 Ud. CELDA CGMcosmos-M DE MEDIDA

Celda de Media Tensión modular de medida con las siguientes características particulares:

#### Valores Eléctricos

- Tensión asignada  $U_r$ : 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A

#### Construcción



Envolvente metálica destinada alojar los transformadores de medida de tensión e intensidad, permitiendo comunicar con el embarrado del conjunto general de celdas, mediante barras.

Se monta con tres transformadores de tensión y tres de intensidad.

Figura 10. Catálogo de productos Ormazabal.

#### Dimensiones y Peso

- Ancho: 800 mm
- Alto: 1750 mm
- Fondo: 1025 mm
- Peso (vacía): 165 kg

---

### Elementos de medida

- Interconexión de potencia con celdas contiguas formada por cable de  $3(1 \times 150) \text{ mm}^2$  Cu de 12/24 kV (aprox. 4m/fase).
- 3 Transformadores de tensión, de relación  $22000:\sqrt{3} / 110:\sqrt{3}$  de 10 VA en clase 0,5.
- 3 Transformadores de intensidad, de relación X-X/5 A, de 10 VA en clase 0,5S.
- Cerradura de enclavamiento de puerta.

### Conexión de la medida

La conexión de la medida se efectuará según MT 2.80.14 ed. 02 de febrero de 2016.

- Todos los elementos de medida estarán sometidos al control metrológico vigente.
- Los contadores registradores serán acordes al RPM e ITC vigentes, según la clasificación de cada punto de medida.
- El sistema de medida será de 4 hilos (con 3 transformadores de medida de tensión y 3 transformadores de medida de intensidad).
- Los secundarios de medida de los transformadores de medida serán de uso exclusivo para la medida de los consumos y tránsito de energía (liquidación) en el punto frontera.
- Los transformadores de medida serán del tipo inductivo, se instalarán de forma que sean fácilmente accesibles para su verificación, cambio de relación o sustitución ante avería.
- En cada transformador de medida se conectará a tierra un punto de su secundario. Si el entronque de la línea de Distribución es por el signo P1 del transformador de medida, se conectará a tierra el punto secundario S2.
- La carga de los transformadores de tensión es conveniente que se aproxime a su potencia nominal. En ningún caso la carga simultánea de los transformadores de tensión estará por debajo del 50 % de su potencia nominal, ni el factor de potencia ( $\cos \varphi$ ) será inferior a 0,8. Cuando existan otros devanados secundarios no dedicados a medida, los protocolos de los transformadores de tensión deberán incluir los ensayos que justifiquen que la precisión de la medida es adecuada para el rango de cargas instalado.
- Los protocolos de los transformadores de medida se entregarán al responsable de medida de Iberdrola de la zona e incluirán la carga simultánea de todos sus devanados, de medida y para otros fines.
- Los transformadores de medida de intensidad serán de gama extendida (S). Se recomienda que sean de doble relación, tales que la intensidad correspondiente a la potencia contratada se encuentre entre el 45 % de la intensidad nominal (o 20% para transformadores de clase S) y la intensidad máxima de precisión del transformador. Las relaciones de transformación serán números enteros y normalizados.
- Los transformadores de medida de tensión serán de un valor de relación en primario comprendida entre el 80 % y el 120 % de la tensión nominal de la red a la que se conectan. Las relaciones de transformación serán números enteros y normalizados.

- Los cables de interconexión entre los secundarios de los transformadores de medida y el bloque de pruebas o bornes de verificación a instalar en el armario de medida, serán de una sección mínima de 6 mm<sup>2</sup> de tal forma que, para el caso de la interconexión de tensión la caída de tensión sea inferior al uno por mil, y en la de intensidad su carga sea inferior a 4 VA o que no pueda superar el 75% de la carga de precisión de los transformadores de intensidad (ambos criterios son válidos).
- Los cables de interconexión entre los transformadores y el armario de medida serán apantallados, con la pantalla conectada a tierra en el extremo de los transformadores y en el extremo del armario se dejará aislada. Se recomienda que exista una tierra de acompañamiento de sección suficiente para el caso de cortocircuitos a tierra entre la ubicación de los t/i y el devanado primario del transformador de potencia, en este caso se conectará la pantalla a tierra en ambos extremos. Serán preferentemente del tipo manguera con dos conductores por fase, o con cables unipolares por fase. Se utilizarán seis (6) conductores para los circuitos de intensidad y seis (6) conductores, o cuatro (4) conductores (ver anexo A) para los circuitos de tensión. La tensión de aislamiento de dichos cables de interconexión serán de 0,6/1kV, serán ignífugos y se instalarán siempre bajo tubo rígido o flexible. El armario deberá estar puesto a la tierra de herrajes del centro a través de un cable de sección mínima de 35 mm<sup>2</sup>.
- Siempre que sea posible, porque exista escasa distancia entre los transformadores y el armario de medida, los cables de interconexión de medida serán sin solución de continuidad entre los secundarios de los transformadores de medida y el dispositivo de verificación dispuesto en el armario de medida, sin dispositivos de protección y sin cajas intermedias, con tensión de suministro inferior a 20 kV y con una distancia entre los trafos de medida y el armario inferior o igual a 15m. En tensiones superiores a 20 kV y en distancias superiores a 15 m se instalará una caja de centralización con regleta precintable, en CT lo más cercano a la celda de medida y en las ST intemperie, a pie de los trafos de medida. En el caso de los transformadores de tensión, podrán disponer de interruptores magnetotérmicos en los circuitos secundarios, siempre que el disparo de estos se controle como una alarma urgente en el telecontrol de un COD de Iberdrola.
- Los armarios de medida serán los normalizados por Iberdrola de dimensiones mínimas 750mm x 750mm x 300mm y 750mm x 500mm x 300mm según corresponda por el tipo de instalación. Dispondrán de un dispositivo de verificación por cada contador tipo bloque de prueba de, al menos seis polos para el circuito de intensidades y otro bloque de pruebas de, al menos cuatro polos para el circuito de tensiones o regletero – bornero seccionable equivalente de al menos diez polos que englobe circuito de intensidad y tensión, tal que permita la manipulación en los contadores sin necesidad de interrumpir el suministro.
- El armario se colocará a una altura del suelo entre 70 y 180 cm. Deberá existir una distancia no inferior de 100 cm (pasillo de maniobra) desde la puerta del armario a las celdas de medida.
- Se cumplirán los requisitos de precintabilidad de todos los elementos de medida que lo requieran.
- Todos los puntos de suministros clasificados como Tipos 1 y 2 dispondrán de telelectura desde el Concentrador Secundario al que se conecte.

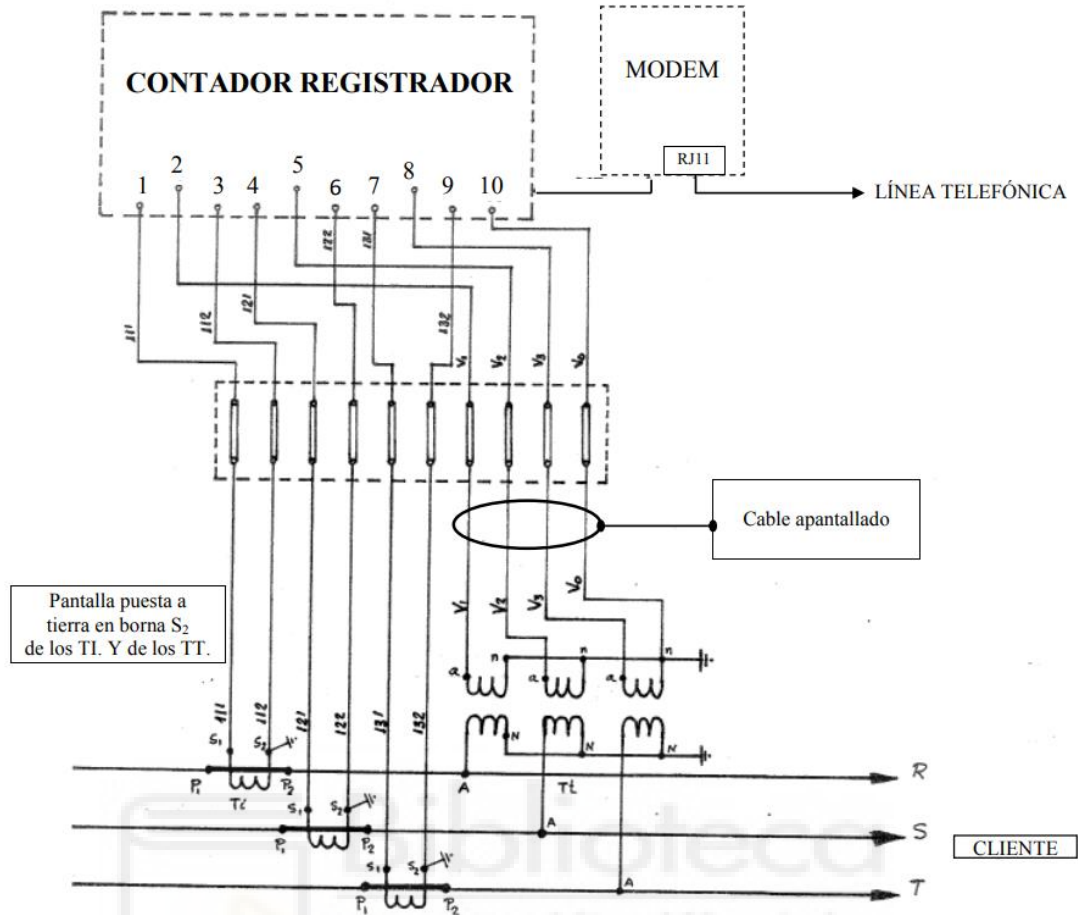


Figura 11. Esquema de conexionado de la medida en alta tensión, según MT 2.80.14.

De acuerdo a las modificaciones del R.D 1110/2007, el punto de medida tiene la siguiente clasificación:

## Tipo 2

Potencia de contrato > 450 kW en las fronteras de clientes

### Transformador AT/BT

Transformador de potencia, marca ORMAZABAL, inmerso en aceite mineral, norma UNE-21428-1 y NI 72.30.00.

“EcoDiseño EU-548-2014”. Con las siguientes características:

Potencia nominal	630 kVA
Tensión primaria	20 kV
Tensión secundaria	0.42 kV En Vacío.
Regulación de tensión	20000 +2.5, +5, +7.5, +10%
Grupo de conexión	Dyn11
Frecuencia	50 Hz
Tensión de cortocircuito	4 %



Peso estimado	1.990 kg
Dimensiones aprox. en mm	Largo 1496 x Ancho 936 x Altura total 1772
Pérdidas en Vacío – $A_0$	600 W.
Pérdidas en carga – $C_k$	6.500 W.
Método refrigeración	Aceite mineral (ONAN) 390 l.
Nivel de potencia acústica máxima	52dB
Arrollamientos	aluminio
Núcleo ferromagnético	acero magnético de grano orientado
Protección incorporada al transformador	Sin protección propia

El lado de conexión de BT del transformador quedará en el lado más alejado de las paredes del local.

Ensayos de rutina según IEC 60076-1.

Accesorios incluidos:

Pasatapas AT Enchufable.

Pasabarras Unipolar BT.

Ruedas.

Dispositivo de vaciado y toma de muestras.

Dispositivo de llenado.

2 Terminales de tierra en la cuba.

Conmutador de regulación (maniobrable sin tensión).

Placa de características.

2 Cáncamos de elevación.

4 Cáncamos de arriostamiento.

4 Cáncamos de arrastre.

#### 1.8.4.3 CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS CUADROS DE BAJA TENSIÓN.



Figura 12. Interruptor en carga con fusible en la parte de baja tensión.

##### Cuadros BT - B2 Transformador 1: **Interruptor en carga + Fusibles en BT**

El Cuadro de Baja Tensión (CBT) es un conjunto de aparataje de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador AT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

El cuadro tiene las siguientes características:

- Interruptor manual de corte en carga de 1000 A.
- Salidas formadas por bases portafusibles (1x1000 A).
- Interruptor diferencial bipolar de 25 A, 30 mA.
- Base portafusible de 32 A y cartucho portafusible de 20 A.
- Base enchufe bipolar con toma de tierra de 16 A/ 250 V.
- Bornas (alimentación a alumbrado) y pequeño material.



---

- Características eléctricas

Tensión asignada: 440 V

Nivel de aislamiento:

Frecuencia industrial (1 min)

A tierra y entre fases: 10 kV

Entre fases: 2,5 kV

Impulso tipo rayo:

A tierra y entre fases: 20 kV

Dimensiones: Altura: 1820 mm

Anchura: 580 mm

Fondo: 300 mm

#### 1.8.4.4 CARÁCTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE ALTA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN.

Interconexiones de AT:

##### **Interconexión celda – transformador**

La conexión eléctrica entre la celda de protección y el transformador se realizará con **cable unipolar seco de aluminio de 50 mm<sup>2</sup> de sección y del tipo HEPRZ1 (AS)**, empleándose la tensión asignada del cable 12/20 kV para tensiones asignadas de hasta 24 kV.

Las especificaciones técnicas de los cables están recogidas en el documento NI 56.43.01 “Especificaciones Particulares - Cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefinas (HEPRZ1) para redes de AT hasta 30 kV”.

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales enchufables rectos o acodados de conexión sencilla, siendo de 24 kV/250 A para CT de hasta 24 kV, y de 36 kV/400 A para CT de 36 kV.

Las especificaciones técnicas de los terminales enchufables del transformador están recogidas en el documento NI 56.80.02 “Especificaciones Particulares - Accesorios para cables subterráneos de tensiones asignadas de 12/20 (24) kV hasta 18/30 (36) kV. Cables con aislamiento seco”.

##### **Interconexión transformador - cuadro de BT**

La conexión eléctrica entre el transformador y el cuadro de BT se realizará con cable unipolar de 240 mm<sup>2</sup> de sección, con conductor de aluminio tipo XZ1-AI y 0,6/1 kV, especificado en el documento NI 56.37.01 “Especificación particular - Cables unipolares XZ1-AI con conductores de aluminio para redes subterráneas de Baja Tensión 0,6/1 kV”.

El número de cables será siempre de 3 por fase y 2 para el neutro.

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminaciones monometálicas (de uso bimetálico) tipo CTPT-150/240 o tipo TMC-240, especificadas en el documento NI 56.88.01 "Especificaciones Particulares - Accesorios para cables aislados con conductores de aluminio para redes subterráneas de 0,6/1 kV".

No se deberá anclar la interconexión a paredes o techo, para evitar la posible transmisión de vibraciones.

### Fusibles limitadores

Los fusibles limitadores instalados en las celdas deben de ser de los denominados "fusibles fríos", estando sus características técnicas recogidas en el documento NI 75.06.31 "Especificaciones Particulares - Fusibles limitadores de corriente asociados para AT hasta 36 kV" de mayo de 2019.

### Defensa del transformador

La protección física del transformador será metálica de rejilla.

### Equipo de iluminación

El centro estará dotado de interruptor y dos luminarias que permitan la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y trabajos.

En la parte superior de la puerta se colocará un bloque autónomo de emergencia.

#### 1.8.5 PUESTA A TIERRA.

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, armadura del edificio, las rejillas y puertas metálicas del centro.


Designación Envolvente	Electrodo a utilizar			
	≤ 20 kV		30 kV**	
	Pantallas conectadas	Pantallas desconectadas	Pantallas conectadas	Pantallas desconectadas
CTS	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ max =1000 Ωm)	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ max =500- 1000 Ωm)*	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ max =600- 1000 Ωm)*	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ max =300- 500 Ωm)*
CSI				
CTPS	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ max =1000 Ωm)	-----	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ max =900- 1000 Ωm)*	-----
CTIC	-----	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ max =500-600 Ωm)*	-----	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ max =300- 400 Ωm)*
	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ max =1000 Ωm)	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ max =500-600 Ωm)*	-----	-----
CTOU	CPT-CTL- 5P2 (ρ max =1000 Ωm)	-----	CPT-CTL- 8P2 (ρ max =600 Ωm)	-----
CTCOU	CPT-CTL- 5P2 (ρ max =1000 Ωm)	-----	-----	-----

Tabla 3. Electrodo a emplear dependiendo de la tensión nominal, pantallas de los cables y la accesibilidad, según MT 2.11.33.

#### 1.8.5.1 TIERRA DE PROTECCIÓN.

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, armadura del edificio (si éste es prefabricado), las rejillas y puertas metálicas del centro.

**CPT:** Configuración de Puesta a Tierra

**CT:** Centro de transformación

**CTL:** Centro de transformación tipo Lonja

**A:** Anillo formado por conductor de cobre de 50 mm2

**(XxY):** Dimensiones del anillo (A 1 m del perímetro de la envolvente del Centro de Transformación)

**5/8P2:** Número de picas (5 u 8) y longitud de las picas (2 m)

**Se elige CPT-CT-A-4,5x6,5-8P2.** MT.2.11.33 de mayo de 2019.

#### 1.8.5.2 TIERRA DE SERVICIO.

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de AT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de AT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

El esquema de la distribución se establece en TT.

1ª T: conexión directa de un punto de la alimentación a tierra. En nuestro caso la estrella del secundario del transformador.

2ª T: masas conectadas directamente a tierra en la instalación receptora.

### 1.9 PLANIFICACIÓN.

Las diferentes etapas del proyecto son:

1. Preparación del terreno.
2. Puesta a tierra de protección y servicio.
3. Cimentación del edificio y nivelado en arena.
4. Introducción de transformador de potencia.
5. Introducción de LSAT
6. Conexiones en AT.
7. Conexiones en BT
8. Puesta en marcha

#### 1.10 LIMITACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS.

De acuerdo al apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del RD 337/2014, se debe comprobar que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

Mediante ensayo tipo se comprueba que los centros de transformación de Ormazabal especificados en este proyecto no superan los siguientes valores del campo magnético a 200 mm del exterior del centro de transformación, según el Real Decreto 1066/2001:

- Inferior a 100  $\mu$ T para el público en general
- Inferior a 500  $\mu$ T para los trabajadores (medido a 200 mm de la zona de operación)

Dicho ensayo tipo se realiza de acuerdo al Technical Report IEC/TR 62271-208, indicado en la norma de obligado cumplimiento UNE-EN 62271-202 como método válido de ensayo para la evaluación de campos electromagnéticos en centros de transformación prefabricados de alta/baja tensión.

En el caso específico en el que los centros de transformación se encuentren ubicados en edificios habitables o anexos a los mismos, se observarán las siguientes condiciones de diseño:

- a) Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán una **disposición en triángulo y formando ternas**.
- b) La red de baja tensión se diseñará igualmente con el criterio anterior.

- c) Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se **diseñarán evitando paredes y techos** colindantes con viviendas.
- d) No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado posible de estos locales.

### 1.11 LIMITACIÓN DEL RUIDO TRANSMITIDO.

Los conductores y equipos de los CT en envolvente prefabricadas de superficie cumplen con lo dispuesto en el apartado 4.8 de la ITC-RAT 14 del Real Decreto 337/2014, de 09 de mayo, habiéndose realizado las correspondientes comprobaciones que constan en los documentos de Inerco Acústica, S.L. identificados como IA/AC-17/0207-005. MT 2.11.01 de mayo de 2019.

Elche, Septiembre de 2020

El autor del proyecto

Fdo. Jerónimo Benito Crouseilles



## 2 CALCULOS JUSTIFICATIVOS.

### 2.1 INTENSIDAD EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.

La intensidad en alta tensión o en primario del transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{630}{1,732 \cdot 20} = 18,19 A$$

Donde:

P potencia del transformador [kVA]

$U_p$  tensión primaria [kV]

$I_p$  intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 630 kVA.

### 2.2 INTENSIDAD EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.

La intensidad en baja tensión o en secundario del transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} = \frac{630}{1,732 \cdot 0,420} = 866 A$$

Donde:

P potencia del transformador [630 kVA]

$U_s$  tensión en el secundario [0,42 kV]

$I_s$  intensidad en el secundario [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión de secundario es de 0,420 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 630 kVA.

### 2.3 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de AT, valor especificado por la compañía eléctrica.

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} = 10,10 kA$$

Donde:

$S_{cc}$  potencia de cortocircuito de la red [350 MVA]

$U_p$  tensión de servicio [20 kV]

$I_{ccp}$  corriente de cortocircuito [kA]

### 2.4 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de AT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La intensidad de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 * P}{\sqrt{3} * E_{cc} * U_s} = 21,65 \text{ kA}$$

Donde:

- P potencia de transformador [630 kVA]  
E<sub>cc</sub> tensión de cortocircuito del transformador [4%]  
U<sub>s</sub> tensión en el secundario [420 V]  
I<sub>ccs</sub> corriente de cortocircuito [kA]

## 2.5 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas y cuadros de baja tensión.

## 2.6 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.

Los transformadores están protegidos tanto en AT como en BT. En AT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

**Protección en AT** de los transformadores, se realizan utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de este fusible es de 3x40 A.

Fusibles limitadores para centros de transformación particulares.

Tensión de la red	Potencia del transformador en kVA					
	250	315	400	<b>630</b>	800	1000
11	32	40	40	63	100	100
13,2	25	32	40	63	80	100
15	25	32	40	63	63	100
<b>20</b>	25	25	32	<b>40</b>	63	63

Tabla 4. Fusibles limitadores de corriente asociados para AT hasta 36 kV, aceptado según MT 2.13.40.

## Protección en BT

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado anteriormente.

## 2.7 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 97624-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1000 kVA
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA

## 2.8 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

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

Toda instalación eléctrica deberá disponer de una protección o instalación de tierra diseñada en forma tal que, en cualquier punto normalmente accesible del interior o exterior de la misma donde las personas puedan circular o permanecer, éstas queden sometidas como máximo a las tensiones de paso y contacto (durante cualquier defecto en la instalación eléctrica o en la red unida a ella) que resulten de la aplicación de las fórmulas que se recogen a continuación. (ITC-RAT 13).

DATOS DE PARTIDA:

- Tensión nominal de la línea  $V_n = 20$  kV
- Factor de tensión que tiene en cuenta la variación de la tensión en el espacio y en el tiempo  $C = 1,1$ .
- Según Norma UNE-EN 60909-1
- Reactancia equivalente de la subestación:  $X_{LTH} = 25,4\Omega$
- Intensidad de defecto a tierra:  $I_{1F} = 500$  A
- Resistividad del terreno:  $\varphi_s = 150$   $\Omega$ m
- Característica de actuación de las protecciones de Iberdrola:  $I_{1FP} \times t = 400$
- Tipo de pantalla de los cables: conectadas en CT



- Numero de Cts. conectados a través de pantallas:  $N=3$ .
- Nivel de aislamiento de los cuadros de BT:  $V_{bt} = 10 \text{ kV}$ .
- Resistividad del hormigón:  $\rho_H = 3000 \Omega\text{m}$ .
- Edificio prefabricado PFU-4 de dimensiones 2,380x4,46 m
- Electrodo utilizado: rectángulo perimetral 4,5x6,5 metros+8 picas.
- $Z_B$  (impedancia del cuerpo humano) =  $1000 \Omega$ .
- $R_{a1}$  (Resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante) =  $2000 \Omega$ .
- $R_{a2}$  (Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno de un pie) =  $3 \rho_s$

### 2.9.1 PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.

Teniendo en cuenta las tensiones aplicadas máximas establecidas en ITC-RAT 13, al proyectar una instalación de tierras se seguirá el procedimiento que sigue:

- Investigación de las características del suelo.
- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente de eliminación del defecto.
- Diseño preliminar de la instalación de tierra.
- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.
- Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el exterior e interior de la instalación.
- Comprobar que las tensiones de paso y contacto calculadas en 5 son inferiores a los valores máximos admisibles.
- Investigación de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, pantallas o armaduras de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos, y estudio de las formas de eliminación o reducción.
- Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

Después de construida la instalación de puesta tierra, se harán las comprobaciones y verificaciones precisas in situ, y se efectuarán los cambios necesarios que permitan alcanzar valores de tensión aplicada inferiores o iguales a los máximos admitidos.

### 2.9.2 INSTALACIÓN DE TIERRA GENERAL

Elementos a conectar a tierra por motivos de protección

Se pondrán a tierra las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones. Se pondrán a tierra los siguientes elementos:

- Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Los envoltorios de los conjuntos de armarios metálicos.
- Elementos de la construcción: Los elementos metálicos de la construcción en edificaciones que alberguen instalaciones de alta tensión, deberán conectarse a tierra de acuerdo con las indicaciones siguientes. En los edificios de estructura metálica, ésta y los demás elementos metálicos, tales como puertas, ventanas, escaleras, barandillas, tapas y registros, etc., deberán ser conectados a tierra. En los edificios destinados a instalaciones de tercera categoría construidos con materiales tales como hormigón armado o en masa, ladrillo o mampostería, las puertas, ventanas, escaleras, tapas y registros podrán no conectarse al circuito de tierra y dejarse aisladas del mismo, siempre que en el diseño de la instalación se adopten las medidas necesarias para evitar la puesta a tensión de estos

elementos por causa de un defecto o avería. En los centros de transformación prefabricados según la norma UNE-EN 62271-202 estas medidas serán garantizadas por el fabricante. En centros de transformación subterráneos, dada la dificultad que presenta la separación eléctrica entre la escalera y su tapa de acceso, es necesario disponer ambos elementos en las mismas condiciones de puesta a tierra, bien aislados de la instalación de tierra general, o bien conectados a dicha instalación. En cualquier caso, en los edificios de hormigón armado las armaduras deberán ser puestas a tierra.

- Las vallas y cercas metálicas.
- Las columnas, soportes, pórticos, etc.
- Las estructuras y armaduras metálicas de los edificios que contengan instalaciones de alta tensión.
- Las armaduras metálicas de los cables.
- Las tuberías y conductos metálicos.
- Las carcasas de transformadores, generadores, motores y otras máquinas.
- Hilos de guarda o cables de puesta a tierra de las líneas aéreas.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.
- Pantalla de separación de los circuitos primario y secundario de los transformadores de medida o protección.

### 2.9.3 ELEMENTOS A CONECTAR A TIERRA POR MOTIVOS DE SERVICIO.

Se conectarán a tierra los elementos de la instalación necesarios y entre ellos:

Los neutros de los transformadores, que lo precisen, en instalaciones o redes con neutro a tierra de forma directa o a través de resistencias o bobinas.

El neutro de los alternadores y otros aparatos o equipos que lo precisen.

Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida o protección, salvo que existan pantallas metálicas de separación conectadas a tierra entre los circuitos de alta y baja tensión de los transformadores.

Los limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.

### 2.9.4 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.

En las instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra ( $I_d$ ) inferior o igual a 1500 A no será obligatorio realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno, pudiéndose estimar su resistividad por medio de la tabla 2 de ITC-RAT 13, en las que se dan unos valores orientativos. Para intensidades de cortocircuito a tierra superiores a 1000 A, si el proyectista utiliza en sus cálculos resistividades del terreno inferiores a 200  $\Omega \cdot m$  deberá justificar dicho valor mediante un estudio que incluya mediciones de la resistividad.

**Se adopta una resistividad del terreno de  $\varphi_s = 150 \Omega \cdot m$  ya que tenemos que  $I_d = 500 A < 1000 A$**

### 2.9.5 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.

- Designación de electrodo (según RAT y MT 2.11.33.ed.03 de mayo de 2019 especificaciones particulares para el diseño de puesta a tierra para centros de transformación de tensión nominal  $\leq 30$  kV): rectángulo perimetral equipotencial 4,5x6,5 metros formado por conductor de cobre

desnudo de 50 mm<sup>2</sup>+8 picas de 2 m.  $K_r = 0,06795 \Omega/\Omega m$ ,  $K_{p.t-t} = 0,01388 V/(\Omega m) A$ ,  $K_{p.a-t} = 0,03305 V/(\Omega m) A$  con pantallas conectadas y accesibilidad con calzado y sin calzado.

Designación del electrodo	$\rho \text{ max } (\Omega.m)$											$K_r$ $\left(\frac{\Omega}{\Omega.m}\right)$	$K_{p.t-t}$ $\left(\frac{V}{(\Omega.m)A}\right)$	$K_{p.a-t}$ $\left(\frac{V}{(\Omega.m)A}\right)$	
	pantallas conectadas a un apoyo			pantallas conectadas a un CT											
	20 kV con $I_{1fP}=2228 A$	20 kV con $I_{1fP}=1000 A$	<20 kV o 20 kV con $I_{1fP}=500 A$	20 kV con $I_{1fP}=2228 A$			20 kV con $I_{1fP}=1000 A$			20 kV con $I_{1fP}=500 A$					<20 kV
				N=2	N=4	N=8	N=1	N=2	N=4	N=1	N=2				
CPT-CT-A-(4x7)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06822	0,01409	0,03320
CPT-CT-A-(4x7.5)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06650	0,01368	0,03227
CPT-CT-A-(4x8)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06488	0,01329	0,03140
CPT-CT-A-(4x8.5)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06336	0,01293	0,03058
CPT-CT-A-(4x9)+8P2	100	300	800	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06192	0,01260	0,02980
CPT-CT-A-(4.5x5)+8P2	100	300	600	200	400	700	400	500	900	800	1000	1000	0,07399	0,01537	0,03634
CPT-CT-A-(4.5x5.5)+8P2	100	300	600	200	400	700	400	500	900	800	1000	1000	0,07182	0,01482	0,03516
CPT-CT-A-(4.5x6)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06981	0,01433	0,03407
CPT-CT-A-(4.5x6.5)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06795	0,01388	0,03305
CPT-CT-A-(4.5x7)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06620	0,01346	0,03211
CPT-CT-A-(4.5x7.5)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06457	0,01307	0,03122
CPT-CT-A-(4.5x8)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06303	0,01271	0,03040
CPT-CT-A-(4.5x8.5)+8P2	100	300	800	200	400	700	400	600	1000	800	1000	1000	0,06158	0,01238	0,02962
CPT-CT-A-(4.5x9)+8P2	100	300	800	200	400	700	400	600	1000	800	1000	1000	0,06021	0,01206	0,02888
CPT-CT-A-(5x5)+8P2	100	300	600	200	400	700	400	500	900	800	1000	1000	0,07175	0,01466	0,03512
CPT-CT-A-(5x5.5)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06969	0,01414	0,03400
CPT-CT-A-(5x6)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06779	0,01368	0,03297
CPT-CT-A-(5x6.5)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06601	0,01325	0,03201
CPT-CT-A-(5x7)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06435	0,01286	0,03111
CPT-CT-A-(5x7.5)+8P2	100	300	700	200	400	700	400	600	900	800	1000	1000	0,06279	0,01250	0,03027
CPT-CT-A-(5x8)+8P2	100	300	800	200	400	700	400	600	1000	800	1000	1000	0,06133	0,01216	0,02948
CPT-CT-A-(5x8.5)+8P2	100	300	800	200	400	700	400	600	1000	800	1000	1000	0,05994	0,01185	0,02874
CPT-CT-A-(5x9)+8P2	100	400	800	200	400	700	400	600	1000	800	1000	1000	0,05863	0,01155	0,02804

Tabla 5. Centros de Transformación prefabricados de hormigón de superficie (CTC) y Centros de Seccionamiento independientes (CSI). Tensión nominal  $\leq 20$  kV. Pantallas de los cables: conectado. Accesibilidad: con calzado y sin calzado, según MT 2.11.33.

- N: Mínimo número de CTs adicionales conectados a través de pantallas (3).
- $K_r$ : Coeficiente de resistencia de puesta a tierra.
- $K_{p.t-t}$ : Coeficiente de tensión de paso terreno-terreno.
- $K_{p.a-t}$ : Coeficiente de tensión de paso acera-terreno.
- $K_r$ : Coeficiente de resistencia de puesta a tierra más desfavorable de los CT adicionales=0,088  $\Omega/\Omega m$  MT 2.11.33. de mayo de 2019

## 2.9.6 CALCULO DEL SISTEMA DE TIERRA.

El valor máximo de la resistencia de puesta a tierra, en función de la tensión de red y del tipo de conexión de las pantallas del centro de transformación será:

Tensión nominal de la red $U_n$ (kV)	Conexión de las pantallas	Máximo valor de la resistencia de puesta a tierra ( $\Omega$ )
$\leq 20$ kV	Desconectado	50
	Conectado	100
30 kV	Desconectado	30
	Conectado	60

Tabla 6. Valores máximos de la resistencia a tierra en Centros de Transformación, según MT 2.11.33.

Resistencia de puesta a tierra de protección del CT según el electrodo elegido:

$$R_T = K_r \cdot x \cdot \rho_s = 0,06795 \cdot 150 = 10,20 \Omega < 100 \Omega \quad \text{Cumple}$$

## 2.9.7 DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.

En las instalaciones de AT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra o unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), **o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente)**. Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

### Intensidad de defecto

Los distintos sistemas de puesta a tierra de servicio en la red de distribución de Media Tensión de Iberdrola, dan lugar a un circuito equivalente Thévenin para el fallo monofásico.

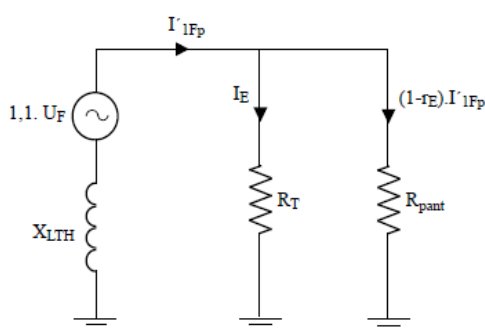


Figura 13. Equivalente Thévenin para el cálculo de la intensidad máxima de defecto a tierra en redes con puesta a tierra por reactancia, teniendo en cuenta la resistencia de puesta a tierra de protección del Centro de Transformación  $R_T$ , y la resistencia equivalente de las pantallas de los cables subterráneos de Alta Tensión y de sus puestas a tierra,  $R_{pant}$ , según MT 2.11.33.

Para el cálculo de las intensidades de las corrientes de defecto a tierra y de puesta a tierra, se ha de tener en cuenta la forma de conexión del neutro a tierra en la ST, la configuración y características de la red durante el período subtransitorio, la resistencia de puesta a tierra del electrodo considerado,  $R_T$ , y la resistencia de puesta a tierra de las pantallas de los cables subterráneos de alta tensión y de sus puestas a tierra,  $R_{pant}$ , si ha lugar. La  $R_{pant}$  variará dependiendo del número (N) de CTs conectados a través de las pantallas de los cables.

Calculo de la intensidad de la corriente de defecto a tierra de la instalación alimentada desde línea subterránea con las pantallas conectadas:

### Resistencia PaT de los CT adicionales

$$R_{PANT} = \frac{\rho_s \times K_r}{N} = \frac{150 \times 0,088}{3} = 4,4 \Omega$$

La resistencia de puesta a tierra obtenida a través de las pantallas es  $R_{pant} = 4,4 \Omega$

Siendo  $R_{TOT}$  el paralelo de las resistencias del CT y del resto de CTs conectados a través de las pantallas de los cables.

$$R_{TOT} = \frac{R_T \times R_{PANT}}{R_T + R_{PANT}} = \frac{10,2 \times 4,4}{10,2 + 4,4} = 3,07 \Omega$$

$r_E$  = relación entre la corriente que circula por el electrodo y la corriente de defecto a tierra.

$$r_E = \frac{R_{TOT}}{R_T} = \frac{3,07}{10,2} = 0,301$$

#### La intensidad de defecto a tierra

$$I'_{1FP} = \frac{1,1 \times U_n}{r_E \times \sqrt{3} \sqrt{R_T^2 + \left( \frac{X_{LTH}}{r_E} \right)^2}} = \frac{1,1 \times 20000}{0,301 \times \sqrt{3} \sqrt{10,2^2 + \left( \frac{25,4}{0,301} \right)^2}} = 496 A$$

#### Tiempo de disparo de la protección

La característica de actuación de las protecciones, para el caso de faltas a tierra, para las instalaciones de Iberdrola con tensiones nominales  $\leq 30$  kV, cumple con las relaciones indicadas en la siguiente tabla:

Característica de actuación de las protecciones	$U_n$ (kV)
$I'_{1F} \cdot t = 400$	$\leq 20$ kV
$I'_{1FP} \cdot t = 400$	
$I'_{1F} \cdot t = 2200$	30 kV
$I'_{1FP} \cdot t = 2200$	

Tabla 7. Característica de actuación de las protecciones en caso de defecto a tierra, según MT 2.11.33.

$$I'_{1FP} \cdot t = 400 \quad t = \frac{400}{I'_{1FP}} = \frac{400}{496} = 0,80$$

Las protecciones actúan en tiempos iguales o inferiores a los resultantes de las fórmulas, para cada intensidad, y siempre que las resistencias de puesta a tierra sean inferiores a  $30 \Omega$  en 30kV y  $50 \Omega$  en 20kV o tensiones inferiores. (MT2.03.20)

## 2.9.8 CALCULO DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO EN LA INSTALACIÓN.

**Tensión de contacto aplicada**

Valor máximo admisible de la tensión aplicada  $V_{ca}$  para un tiempo de disparo de 0,80 s

Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada $U_{CA}$ en función de la duración de la corriente de falta $I'_{1FP}$ (s)	
Duración de la corriente de falta, $t_F$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, $U_{CA}$ (V)
0,05	735
0,10	633
0,20	528
0,30	420
0,40	310
0,50	204
0,60	185
0,70	165
0,80	146
0,90	126
1,00	107
2,00	90
5,00	81
10,00	80
>10,00	50

Tabla 8. Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada  $U_{ca}$  en función de la duración de la corriente de falta  $t_F$ . Según ITC-RAT-13.

La  $V_{ca}$  máxima admisible en la instalación es de **146 V** (ITC-RAT-13).

**Tensión de contacto máxima**

$V_{ca}$ = Tensión de contacto aplicada admisible. Tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre una mano y los pies. Solo se tiene en cuenta la impedancia propia del cuerpo humano.

$V_c$ = Tensión de contacto máxima admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas considerando resistencias adicionales (calzado, resistencia del punto de contacto...)

La tensión de contacto máxima admisible en la instalación en servicio será:

$$V_c = V_{ca} \left( 1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2ZB} \right) = 146 \left( 1 + \frac{2000 + 3 \times 150}{2 \times 1000} \right) = 325V$$

**Tensión de contacto**

Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión de contacto.

Con objeto de evitar el riesgo por tensión de contacto en el exterior, se emplazará en la superficie, una acera perimetral de hormigón a 1,2 m de las paredes del centro de transformación. Embebido en el interior de dicho hormigón se instalará un mallazo electro soldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,3 x 0,3 m, a una profundidad de al menos 0,1 m. Este mallazo se conectará a la puesta a tierra de protección del centro de transformación al menos en cuatro puntos.

Con objeto de evitar el riesgo por tensión de paso y contacto en el interior, en el piso del centro de transformación se instalará 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, esté 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.

La medida real obtenida ha de ser inferior a 325 V.

### Tensión de defecto

Se verificará que la tensión que aparece en la instalación en caso de falta sea inferior a la tensión de aislamiento de los cuadros de BT del Centro de Transformación, en este caso 10 kV.

La tensión de defecto máxima se obtendrá:

$$V'_d = I'_{1FP} \times R_{TOT} = 496 \times 3,07 = 1.523V < V_{bt} = 10.000V \text{ Cumple}$$

### Tensión de paso

Cálculo de la tensión de paso máxima que aparece en la instalación cuando se produce el defecto a tierra: (al estar conectadas las pantallas  $I_E = r_E \times I'_{1FP}$ )

$$I_E = 0,301 \times 496 = 149,3 A$$

Con los pies en el terreno:

$$V'_{P1} = K_{pt-t} * \rho_s * I_E = 0,01388 * 150 * 149,3 = 310,84V$$

Con un pie en la acera y otro en el terreno (tensión de paso en el acceso)

$$V'_{P2} = K_{pa-t} * \rho_s * I_E = 0,03305 * 150 * 149,3 = 740,15V$$

### Calculo de la tensión de paso máxima aplicada a la persona

a) Con los pies en el terreno:



$$V'_{Pa1} = \frac{V'_{P1}}{1 + \frac{2R_{a1} + 3\rho_s + 3\rho_s}{Z_B}} = \frac{310,84}{1 + \frac{2 \times 2000 + 3 \times 150 + 3 \times 150}{1000}} = 52,68V$$

b) Con un pie en la acera y otro en el terreno

$$V'_{Pa2} = \frac{V'_{P2}}{1 + \frac{2R_{a1} + 3\rho_s + 3\rho_h}{Z_B}} = \frac{740,15}{1 + \frac{2 \times 2000 + 3 \times 150 + 3 \times 3000}{1000}} = 51,22V$$

Los valores admisibles de la tensión de paso aplicada entre los dos pies de una persona, considerando únicamente la propia impedancia del cuerpo humano sin resistencias adicionales como las de contacto con el terreno o las del calzado se define como diez veces el valor admisible de la tensión de contacto aplicada, según RAT ( $V_{pa} = 10 V_{ca}$ )

$V_{pa}$  = Tensión de paso aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre los dos pies. ( $V_{pa} = 10 V_{ca}$ ).

$V_p$  = Tensión de paso máxima admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas, considerando resistencias adicionales (por ejemplo, resistencia a tierra del punto de contacto, calzado, presencia de superficies de material aislante).

La tensión de paso aplicada

$$V_{pa} = 10 * V_{ca} = 10 * 146 = 1460V$$

$$V'_{pa2} = 51,22V < 1460V \text{ Cumple.}$$

$$V'_{pa1} = 52,68V < 1460V \text{ Cumple.}$$

La tensión de paso máxima admisible con calzado  $V'_p$

$$V'_p = V_{pa} \left( 1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B} \right) = 10 \times V_{ca} \left( 1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{1000} \right) = 10 \times 146 \left( 1 + \frac{2 * 2000 + 6 * 150}{1000} \right) = 8614V$$

$$V'_{p1} \leq V'_{p2} = 740,15V < V'_p = 8614V \text{ Cumple.}$$

**Luego el electrodo elegido cumple** con RD 337/2014 RAT / ITC-RAT13 y MT 2.11.33 de mayo de 2019.

#### 2.9.9 CALCULO DE PUESTA A TIERRA POR MOTIVO DE SERVICIO.

Se conectará a este sistema de tierras de servicio 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 del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

<b>Identificación</b>	8/42 (según método UNESA)
<b>Geometría</b>	Picas alineadas
<b>Número de picas</b>	Cuatro
<b>Longitud de las picas</b>	2 metros
<b>Separación entre picas</b>	3 metros
<b>Profundidad de las picas</b>	0,8 m
<b>K<sub>r</sub></b>	0,100 Ω/Ωm
<b>K<sub>p</sub></b>	0,0127 V/ΩmA

Tabla 9. Características de tierras de servicio, según método UNESA.

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{tserv} = K_r \cdot \rho_s = 0,100 \cdot 150 = \mathbf{15\Omega} < 37 \Omega \text{ cumple.}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7, como mínimo, contra daños mecánicos.

#### 2.9.10 DISTANCIA ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA.

El electrodo correspondiente a la puesta a tierra de servicio se unirá al electrodo de la puesta a tierra de protección cuando el potencial absoluto del electrodo de puesta a tierra de protección, al ser atravesado por la máxima corriente de falta a tierra, adquiera un valor inferior o igual a 1000 V.

La separación  $D$ , en metros, entre el electrodo de puesta a tierra de protección y el de servicio, que garantiza que no se induzcan tensiones en el electrodo de puesta a tierra de servicio mayores de 1000 V, cuando circula por el electrodo de puesta a tierra de protección, la intensidad  $I_E$ , en Amperios, viene dado por la relación siguiente:

$$D \geq \frac{\rho_s \times I_E}{2 \times U \times \pi} = \frac{150 \times 149,3}{2 \times 1000 \times \pi} = 3,56m$$

$D$  = Distancia entre los electrodos de protección y servicio, en metros.

$\rho_s$  = Resistividad del terreno.

$I_E$  = Intensidad de defecto a tierra en el CT con pantallas conectadas ( $r_E \cdot I_{1FP} = 149,3$  A).

$U$  = Tensión máxima inducida en el electrodo de servicio al ser atravesado el electrodo de protección por la máxima intensidad de defecto.

$\pi = 3,1416$

En las zonas de cruce de la PAT de protección con la PAT de servicio se establecerá una distancia mínima de 0,40 m.

#### 2.9.11 CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL.

---

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

Elche, Septiembre de 2020

El autor del proyecto

Fdo. Jerónimo Benito Crouseilles



**3 PRESUPUESTO.**

<b>PRESUPUESTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE CLIENTE</b>
---

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.1	Ud	Preparación y limpieza del terreno.			
		Total Ud .....	1	200	200,00
1.2	Ud	Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo y picas en geometría de anillo rectangular CPT-CT-A-4,5x6,5-8P2.			
		Total Ud .....	1,00	1385,00	1385,00
1.3	Ud	Base de 10 cm en lecho de arena nivelada para asentamiento de edificio prefabricado.			
		Total Ud .....	1,000	152,00	152,00
1.4	Ud	Instalación de puesta a tierra de protección en el interior del edificio de seccionamiento, con el conductor de cobre desnudo de 50 mm <sup>2</sup> , grapado a la pared, y conectado a los equipos de AT y demás aparataje así como una caja de tierras.			
		Total Ud .....	1,000	925,00	925,00
1.5	Ud	Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado tipo pfu.4 de dimensiones generales aproximadas de 4460 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según IEC 62271-202, transporte, montaje y accesorios.			
		Total Ud .....	1,000	8400,00	8400,00
1.6	Ud	Celda de remonte en módulo metálico para una eventual inmersión.			
		Total Ud .....	1,000	350,00	350,00
1.7	Ud	Celda de protección cgmcosmos-p. Módulo metálico de corte y aislamiento integro en gas, preparado para una eventual inmersión, incluido montaje y conexionado.			
		Total Ud .....	1,000	5750,00	5750,00
1.8	Ud	Celda de medida cgmcosmos-m. Módulo metálico conteniendo en su interior 3 transformadores de tensión y 3 de intensidad, totalmente montados y conexionados.			
		Total Ud .....	1,000	6150,00	6150,00
1.9	Ud	Puentes AT. Cables AT 12/20 kV tipo HEPRZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones EUROMOLD de 24kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR. En el otro extremo son del tipo cono difusor y modelo OTK 224.			
		Total Ud .....	1,000	950,00	950,00
1.10	Ud	Interconexión enchufable apantallada no accesible de la función de protección AT y de la función transformador mediante conjuntos de unión unipolares de aislamiento 36 kV ORMALINK.			
		Total Ud .....	1,000	950,00	950,00
1.11	Ud	Transformador trifásico reductor de tensión ORMAZABAL, según las normas citadas en la memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural en aceite, de tensión primaria 20 kV y			

			tensión secundaria 420 V en vacío (B2) y conexión grupo DYn11. Protección con relé DGPT2.		
		Total Ud .....	1,000	11836,00	11836,00
1.12	Ud		<b>Cuadro de BT con interruptor de corte en carga más fusibles en 1000<sup>a</sup>.</b>		
		Total Ud .....	1,000	3300,00	3300,00
1.13	Ud		<b>Puentes en BT de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240 Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad de 3xfase + 2xneutro de 2,5 m de longitud.</b>		
		Total Ud .....	1,000	1050,00	1050,00
1.14	Ud		<b>Puesta a tierra de servicio. Instalación exterior realizada con 4 picas alineadas de 2 m a 0,8 m de profundidad y distanciadas 3 m</b>		
		Total Ud .....	1,000	630,00	630,00
1.15	Ud		<b>Iluminación edificio transformación compuesto de equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de AT. Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.</b>		
		Total Ud .....	1,000	600,00	600,00
1.16	Ud		<b>Equipo de seguridad y maniobra compuesto por banquillo aislante, guantes, palanca accionamiento y armario primeros auxilios.</b>		
		Total Ud .....	1,000	550,00	550,00
1.17	Ud		<b>Tramites y legalizaciones</b>		
		Total Ud .....	1,000	1875,00	1875,00
1.18	Ud		<b>Puesta en marcha.</b>		
		Total Ud .....	1,000	200,00	200,00
1.19	Ud		<b>Medida de paso y contacto</b>		
		Total Ud .....	1,000	350,00	350,00
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>					<b>45603,00</b>

**ASCIENDE EL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL A LA EXPRESADA CANTIDAD DE CUARENTA Y CINCO MIL SEISCIENTOS TRES EUROS.**

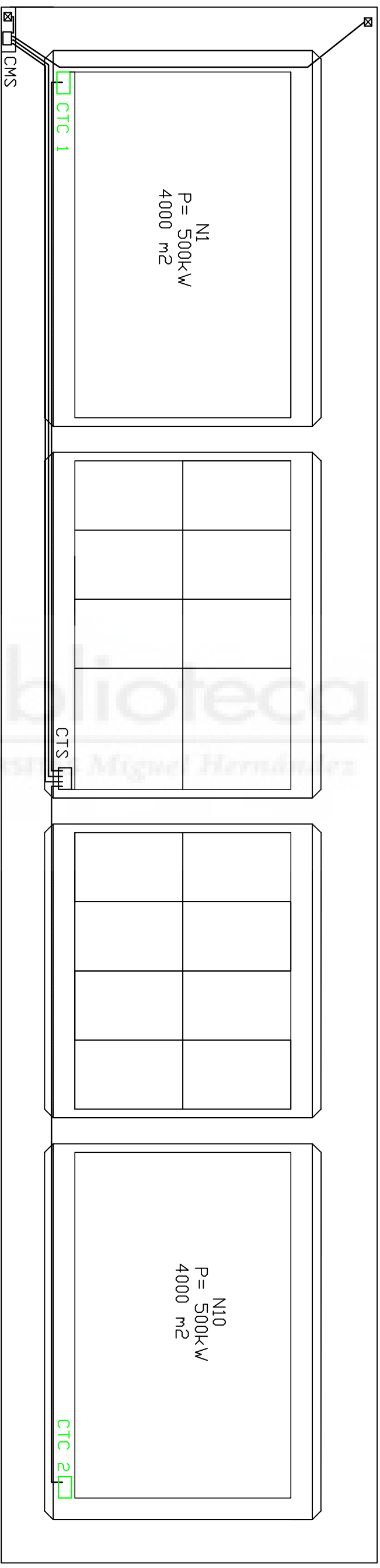
Elche, Septiembre de 2020

El autor del proyecto


Fdo. Jerónimo Benito Crouseilles

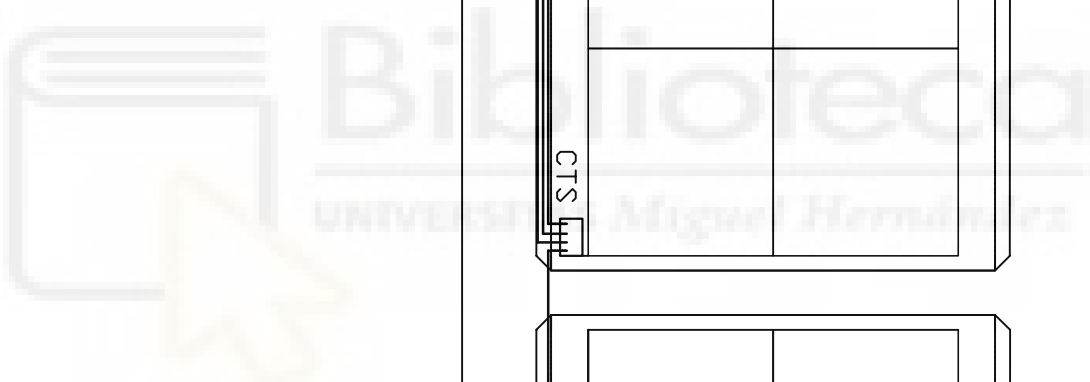
#### 4 PLANOS



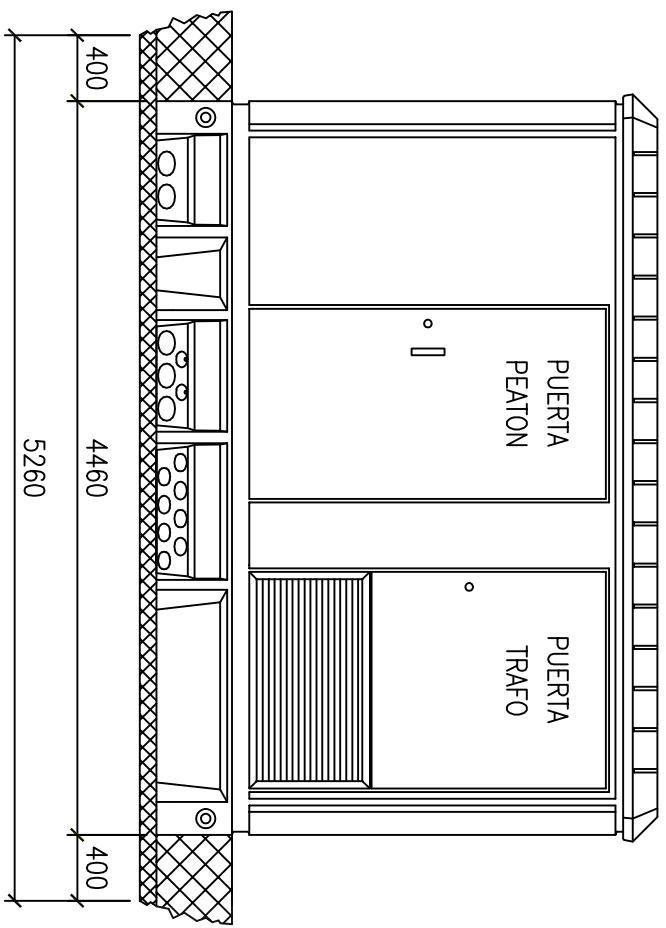


LEYENDA	
Elemento	Descripción
<input type="checkbox"/>	CT cliente de 630 KVA

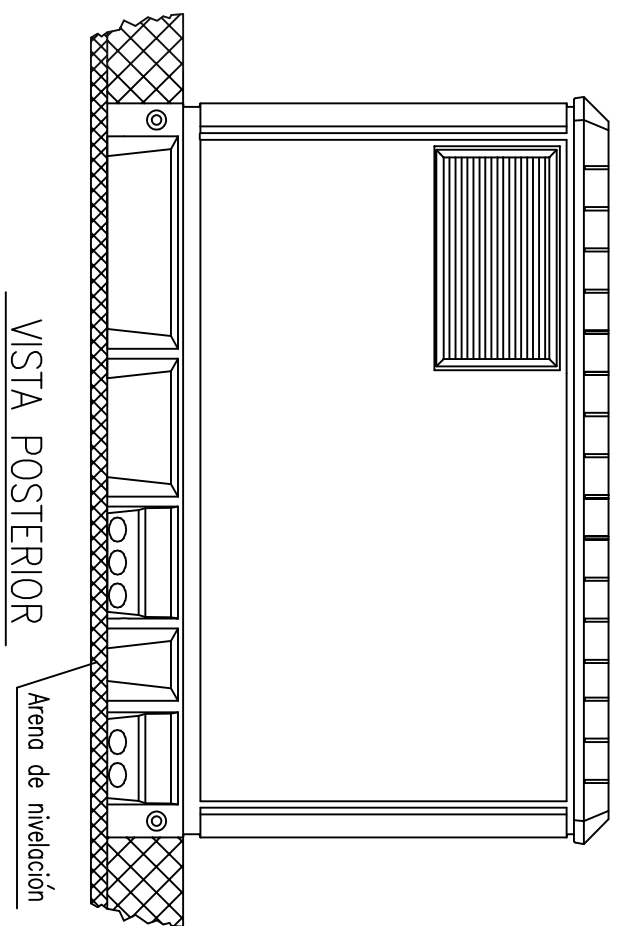
 <b>UNIVERSITAT</b> <i>Miguel Hernández</i>	PLANO:	EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES.	PLANO N.º:	<b>1</b>
	ESCALA:	S/E	FECHA:	SEPTIEMBRE 2020
PROYECTO:	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CLIENTE DE 630 KVA PARA PARCELA N1 Y N10 EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO.		SITUACIÓN:	PINOSO (ALICANTE)
		AUTOR:	JERÓNIMO BENTTO CROUSEILLES	



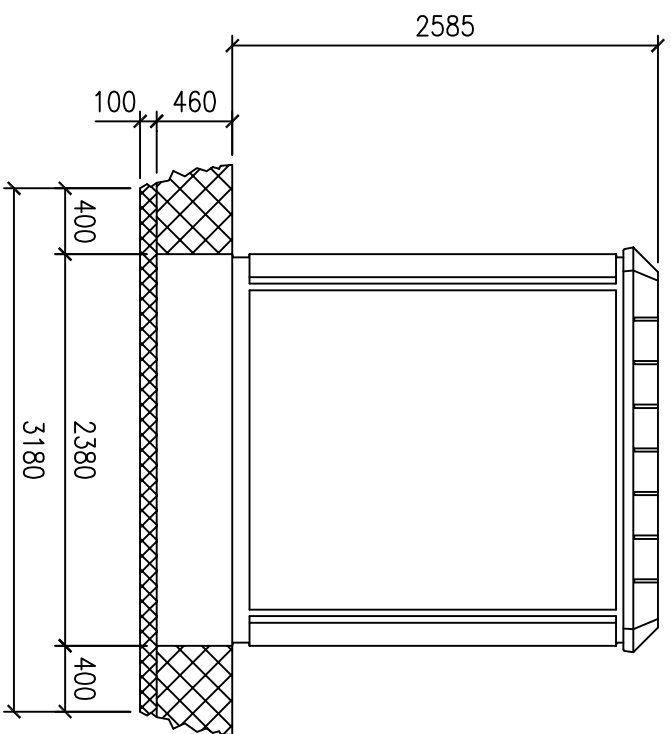




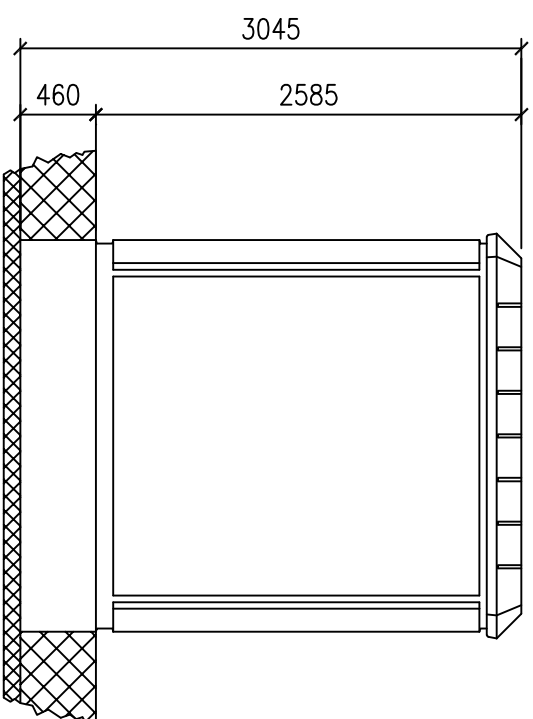
VISTA FRONTAL



VISTA POSTERIOR




VISTA LATERAL  
IZQUIERDA

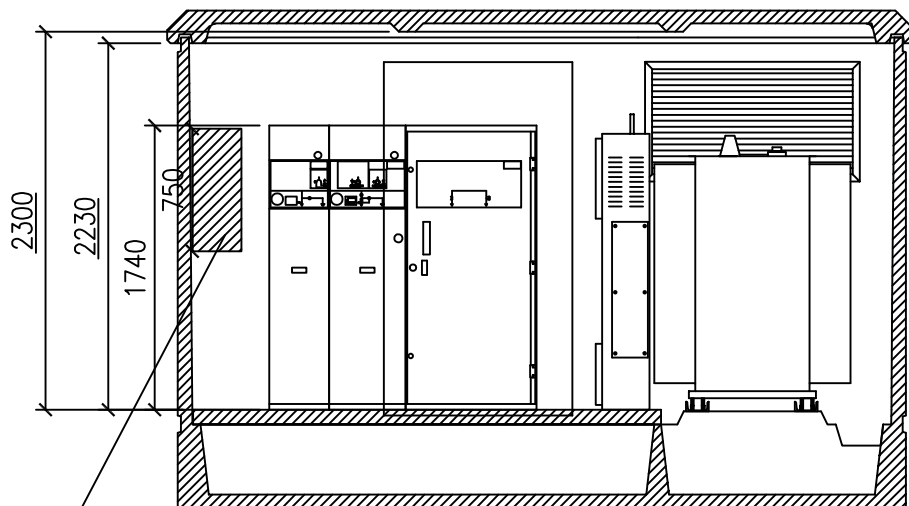


VISTA LATERAL  
DERECHA

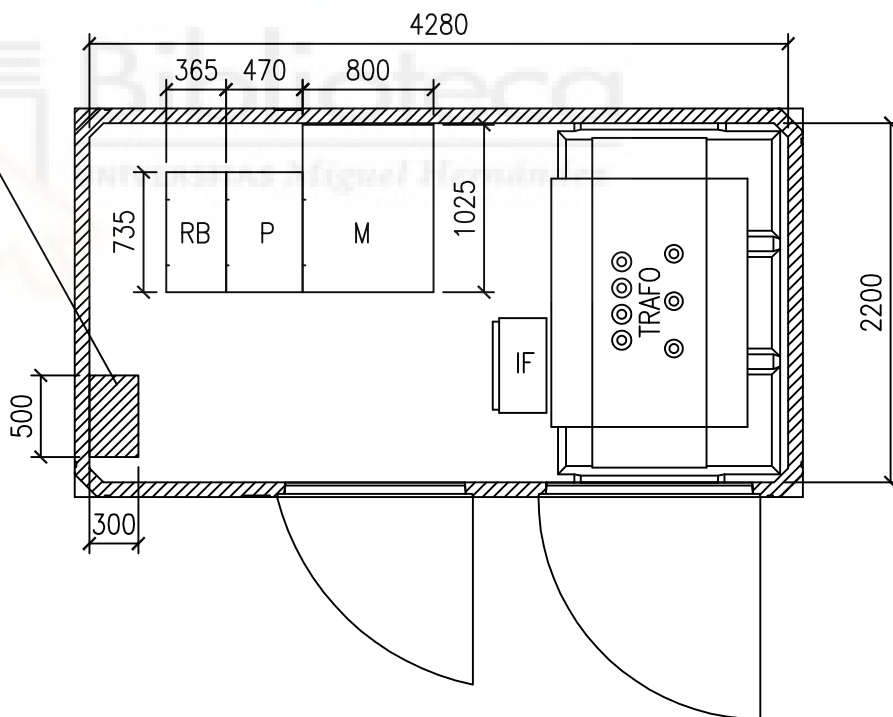
DIMENSIONES DE LA EXCAVACION  
5.26 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.



 <b>UNIVERSITAS Miguel Hernández</b>	PLANO:	DIMENSIONES DEL EDIFICIO PFU 4.	PLANO N.º:	<b>2</b>	
	ESCALA:	S/E	FECHA:	SEPTIEMBRE 2020	
PROYECTO:	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CLIENTE DE 630 KVA PARA PARCELA N1 Y N10 EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO.			SITUACIÓN:	PINOSO (ALICANTE)
	AUTOR:			JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES	



MODULO CONTADORES  
tipo 2



PLANO: DETALLE DEL INTERIOR Y PLANTA. PLANO N°: 3

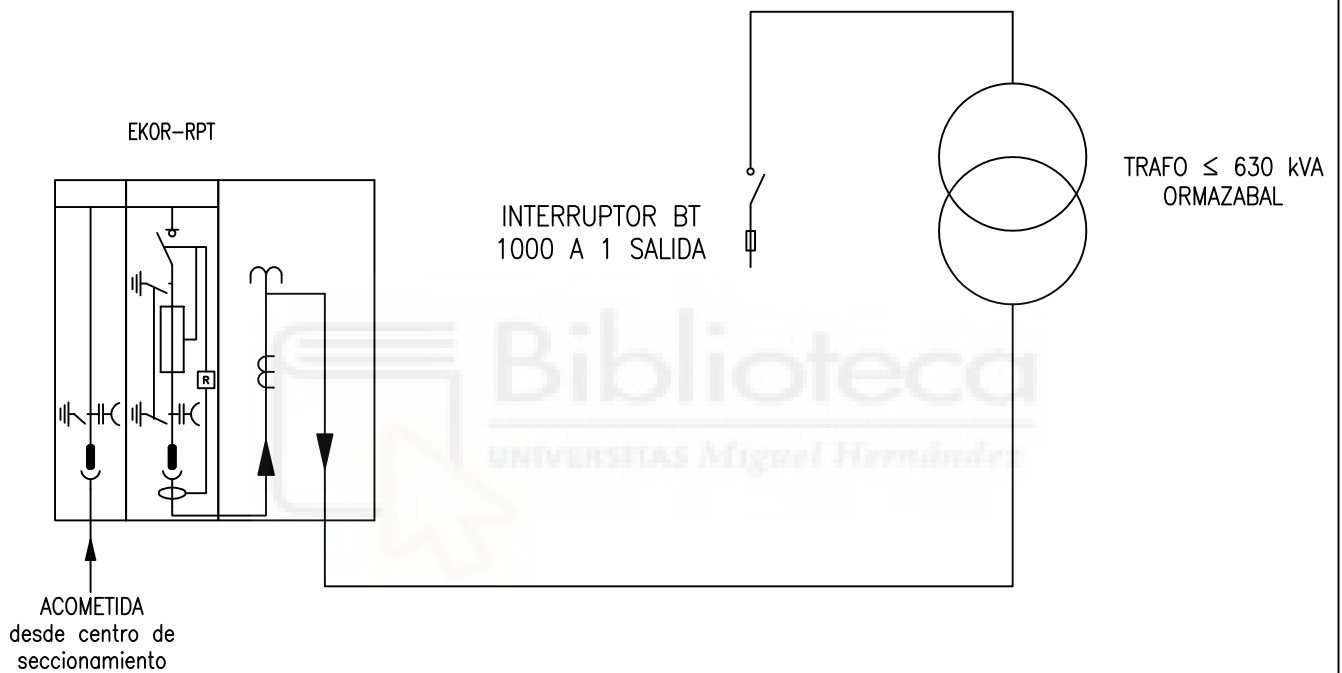
ESCALA: S/E FECHA: SEPTIEMBRE 2020


SITUACIÓN: PINOSO (ALICANTE)

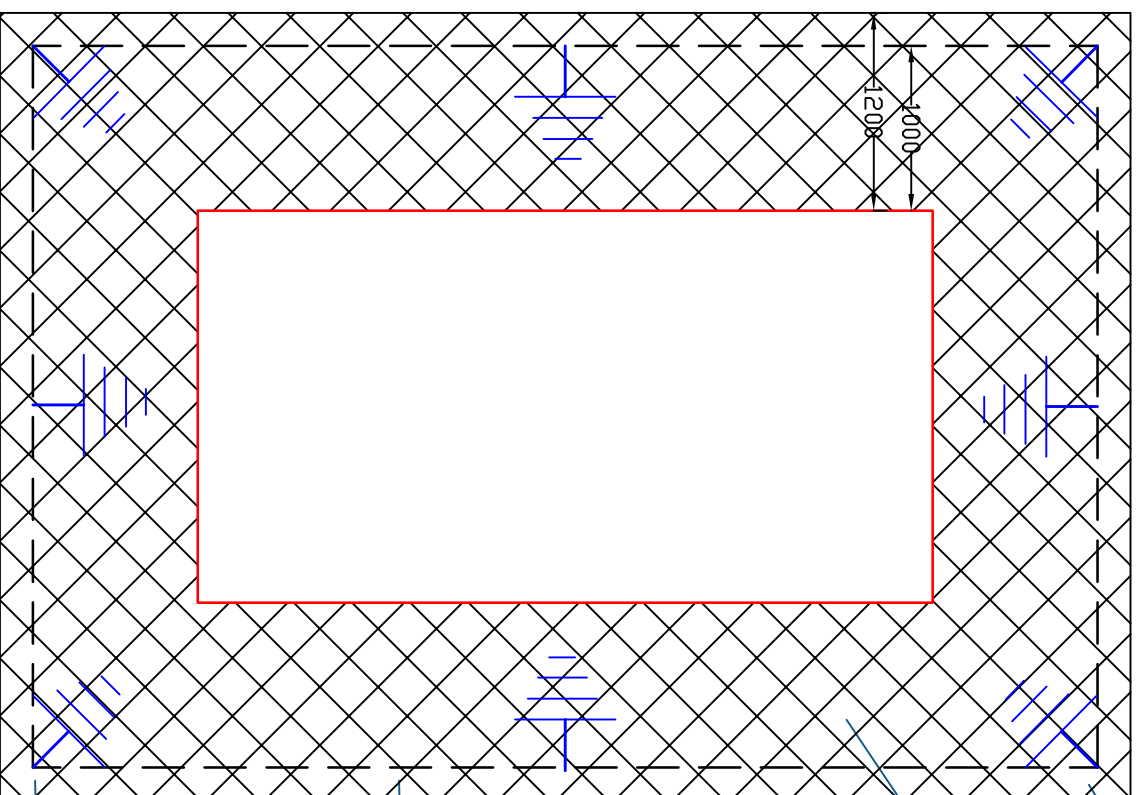
PROYECTO: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CLIENTE DE 630 kVA PARA PARCELA N1 Y N10 EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO.

AUTOR: JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES

XZ1 0,6/1 kV 3(3x240)+2(1x240) mm2 Al



 <b>UNIVERSITAS</b> <i>Miguel</i> <b>Hernández</b>	PLANO: ESQUEMA UNIFILAR RB+P+M+IF.		PLANO Nº: <b>4</b>
	ESCALA: S/E	FECHA: SEPTIEMBRE 2020	SITUACIÓN: PINOSO (ALICANTE)
PROYECTO: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CLIENTE DE 630 kVA PARA PARCELA N1 Y N10 EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO.		AUTOR: JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES	



Anillo exterior perimetral con el CT a 1 m del edificio conectado al mallazo 30x30 con redondos > 4 mm

Acera de hormigón perimetral al CT a 1,20 m del edificio

**PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN**  
- anillo 4,50x6,5+8 picas

PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN CT PREFABRICADO DE SUPERFICIE


CONDUCTOR DESNUDO DE COBRE DE 50 mm<sup>2</sup>

PICA DE PUESTA A TIERRA 140/2000 mm

LONGITUDES EN mm



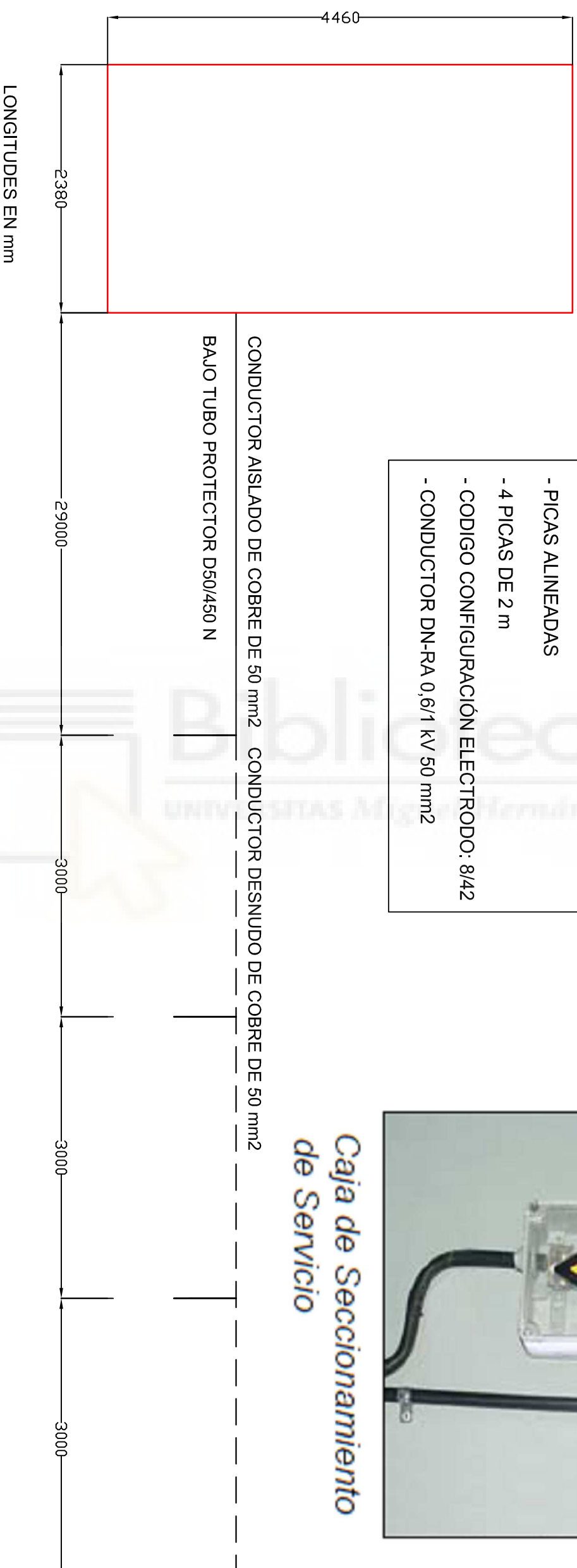
*Caja de Seccionamiento de Protección*


 <b>UNIVERSITAT</b> Miguel Hernández	PLANO:	PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN.	PLANO N.º:	<b>5</b>	
	ESCALA:	S/E	FECHA:	SEPTIEMBRE 2020	
PROYECTO:	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CLIENTE DE 630 KVA PARA PARCELA N1 Y N10 EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO.			SITUACIÓN:	PINOSO (ALICANTE)
				AUTOR:	JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES



**Caja de Seccionamiento de Servicio**

- PUESTA A TIERRA DE SERVICIO UNESA 8/42**
- PICAS ALINEADAS
  - 4 PICAS DE 2 m
  - CODIGO CONFIGURACIÓN ELECTRODO: 8/42
  - CONDUCTOR DN-RA 0,6/1 KV 50 mm<sup>2</sup>

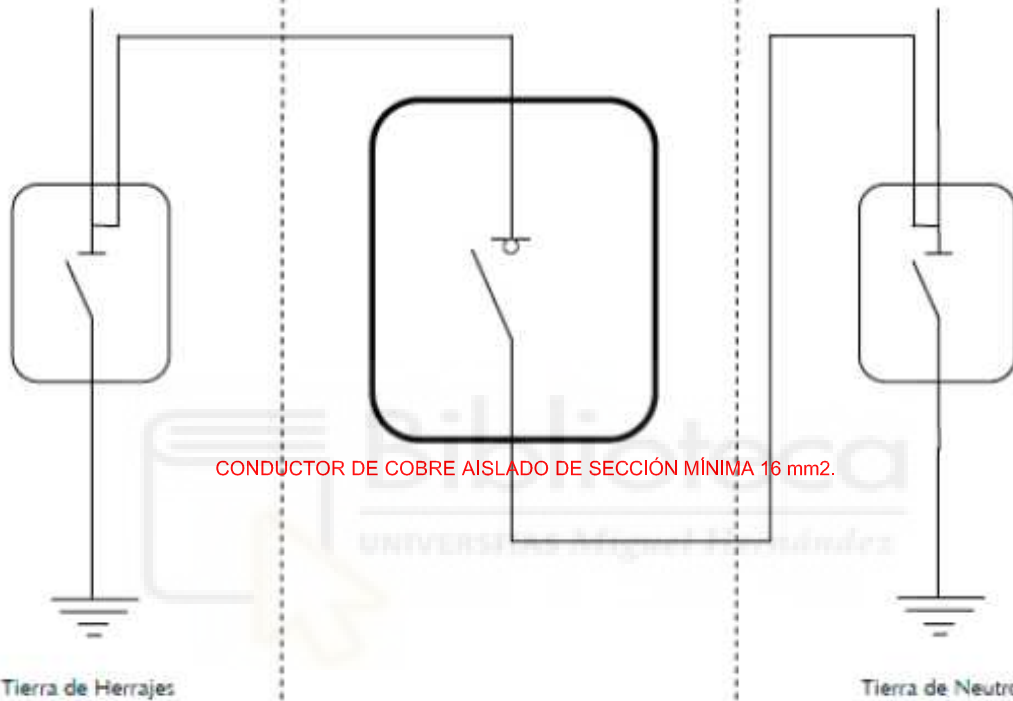


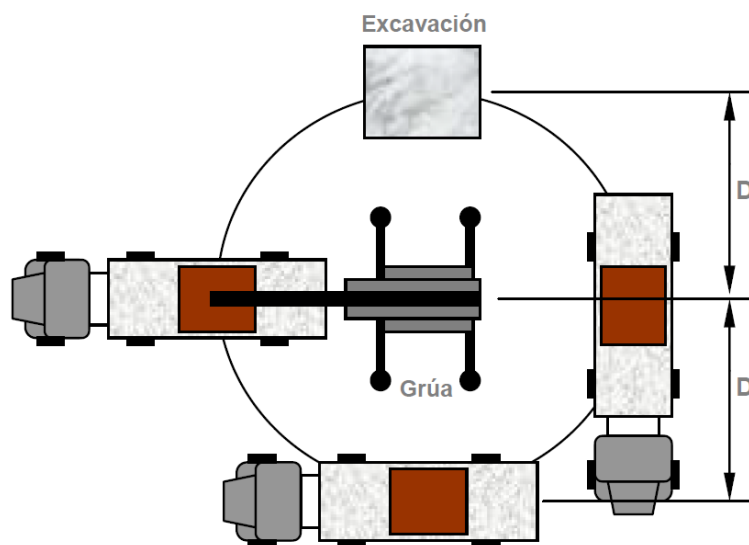
 <p><b>UNIVERSITAT</b> <i>Miguel Hernández</i></p>	PLANO:	PUESTA A TIERRA DE SERVICIO CT PREFABRICADO DE SUPERFICIE.	PLANO N.º:	<b>6</b>	
	ESCALA:	S/E	FECHA:	SEPTIEMBRE 2020	
PROYECTO:	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CLIENTE DE 630 KVA PARA PARCELA N1 Y N10 EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO.			SITUACIÓN:	PINOSO (ALICANTE)
			AUTOR:	JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES	

Caja de seccionamiento de tierras  
(Protección)

Caja de interconexión de tierras

Caja de seccionamiento de tierras  
(Servicio)





**NOTA:**  
D: Longitud máxima del brazo de la grúa de elevación.

Maniobra de descarga

Grúas recomendadas en función de las distancia "D" para PFU completo hasta 24 kV:

MODELO	DISTANCIA "D" PARA LA MANIPULACIÓN DEL CENTRO *			
	6000 mm	7000 mm	8000 mm	9000 mm
PFU-3	40 t	40 t	60 t	60 t
PFU-4	40 t	60 t	60 t	80 t
PFU-5	60 t	60 t	80 t	100 t
PFU-7	80 t	100 t	100 t	-

(\*) La potencia nominal es en t a 3000 mm



**PROYECTO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA  
TENSIÓN PARA SUMINISTRAR ENERGÍA A  
NAVES DEL POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO.**



**Autor:** Jerónimo Benito Crouseilles

**Tutor:** Miguel López García

<b>1</b>	<b>MEMORIA</b>	<b>4</b>
<b>1.1</b>	<b>RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS.</b>	<b>4</b>
1.1.1	TITULAR-PROMOTOR	4
1.1.2	AUTOR DEL PROYECTO.	4
1.1.3	TERMINO MUNICIPAL.	4
1.1.4	SITUACION.	4
1.1.5	DESTINA LA ENERGÍA.	4
1.1.6	TENSIÓN NOMINAL Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.	4
1.1.7	LONGITUD DE LA LINEA.	5
1.1.8	NÚMERO DE CONDUCTORES Y SECCIÓN.	5
1.1.9	PRESUPUESTO TOTAL.	5
<b>1.2</b>	<b>OBJETO DEL PROYECTO.</b>	<b>5</b>
<b>1.3</b>	<b>AUTOR DEL PROYECTO.</b>	<b>5</b>
<b>1.4</b>	<b>TITULAR DE LA INSTALACIÓN</b>	<b>5</b>
<b>1.5</b>	<b>EMPLAZAMIENTO.</b>	<b>5</b>
<b>1.6</b>	<b>REGLAMENTACION OBSERVADA.</b>	<b>5</b>
<b>1.7</b>	<b>DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES.</b>	<b>6</b>
1.7.1	GENERALIDADES.	6
1.7.2	TRAZADO.	6
1.7.3	PREVISION DE CARGAS.	7
1.7.4	CONDUCTORES.	8
1.7.5	ZANJAS Y SISTEMAS DE ENTERRAMIENTO	10
1.7.6	CANALIZACIONES BAJO TUBO DE CORTA LONGITUD	11
1.7.7	MEDIDAS DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD.	11
1.7.8	EQUIPOS DE MEDIDA.	11
1.7.9	CAJAS GENERALES DE PROTECCION.	11
1.7.10	CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.	12
1.7.10.1	CRUZAMIENTOS	12
1.7.10.2	PROXIMIDADES Y PARALELISMOS	13
1.7.11	PROTECCIONES ELÉCTRICAS	14
<b>1.8</b>	<b>PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO.</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS</b>	<b>16</b>
<b>2.1</b>	<b>TENSION NOMINAL Y CAIDA DE TENSION MAXIMA ADMISIBLE.</b>	<b>16</b>
<b>2.2</b>	<b>FORMULAS UTILIZADAS.</b>	<b>16</b>

<b>2.3</b>	<b>CÁLCULO DEL CIRCUITO</b>	<b>17</b>
<b>3</b>	<b>PRESUPUESTO</b>	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>PLANOS</b>	<b>23</b>



## **PROYECTO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN PARA SUMINISTRAR ENERGÍA A NAVES DE POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO**

### **1 MEMORIA**

#### **1.1 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS.**

Se va a construir un polígono industrial y para su suministro se procederá a electrificar las parcelas en las que se ha dividido.

Hay parcelas en las que el suministro es en alta tensión y otras en baja tensión.

En este proyecto se diseñarán las redes de baja tensión.

Todas las redes del polígono serán subterráneas con tramos en acera y tramos en calzada.

##### **1.1.1 TITULAR-PROMOTOR**

El titular de las instalaciones será i-DE REDES INTELIGENTES S.A.U. Con domicilio social en calle Calderón de la Barca 16 de Alicante.

##### **1.1.2 AUTOR DEL PROYECTO.**

El presente proyecto es el trabajo fin de Grado de Jerónimo Benito Crouseilles.

##### **1.1.3 TERMINO MUNICIPAL.**

Las redes subterráneas de baja tensión trascorrirán en todo su trazado por el término municipal de Pinoso.

##### **1.1.4 SITUACION.**

El soterramiento será en acera/calzada a lo largo del vial 1, vial 2, vial 3, vial 4, vial 5, vial 6 y vial 7 de Pinoso (Alicante).

##### **1.1.5 DESTINA LA ENERGÍA.**

La red de distribución en baja tensión está destinada a alimentar las parcelas, con sus distintos servicios, del polígono industrial de Pinoso.

##### **1.1.6 TENSIÓN NOMINAL Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.**

La alimentación será a 400 voltios entre fases y 230 voltios entre cualquiera de las fases y el conductor neutro.

Clase de corriente	Alterna trifásica
Frecuencia industrial	50 Hz
Tensión monofásica	230 V
Tensión trifásica	400 V
Tensión máxima entre fase y tierra	250 V
Aislamiento de los cables de red	0,6/1 kV
Sistema de puesta a tierra	Neutro unido a tierra (TT)
Intensidad máxima de cortocircuito trifásico	50 kA

### 1.1.7 LONGITUD DE LA LINEA.

Las líneas parten del centro de transformación de la distribuidora, situado frente a la parcela N14, y finalizan en las CGP E-10 de las respectivas parcelas.

La longitud total de la red de baja tensión es de:

LINEA 1 = 68 m.

LINEA 2 = 196 m.

LINEA 3 = 180 m.

LINEA 4 = 82 m.

LINEA 5 = 104 m.

LINEA 6 = 137 m.

Las líneas comparten canalización.

### 1.1.8 NÚMERO DE CONDUCTORES Y SECCIÓN.

Se ejecutarán seis líneas con conductores XZ1 (S) 0,6/1kV 3 x 240 mm<sup>2</sup> + 1 x 150 mm<sup>2</sup> Al.

### 1.1.9 PRESUPUESTO TOTAL.

Asciende presupuesto, no incluido IVA, a la cantidad de 69237,54 €.

## 1.2 OBJETO DEL PROYECTO.

El presente proyecto tiene por objeto el trabajo fin de grado de la electrificación de un polígono industrial.

En este trabajo se diseñan y calculan las redes de baja tensión.

Este proyecto ha sido confeccionado de acuerdo con el proyecto tipo de i-DE Redes Inteligentes SAU de líneas subterráneas de baja tensión MT 2.51.43 ed. 02 de mayo de 2019.

## 1.3 AUTOR DEL PROYECTO.

El presente proyecto es el trabajo fin de Grado de Jerónimo Benito Crouseilles.

## 1.4 TITULAR DE LA INSTALACIÓN

El titular de las instalaciones será i-DE REDES INTELIGENTES S.A.U. Con domicilio social en calle Calderón de la Barca 16 de Alicante.

## 1.5 EMPLAZAMIENTO.

El soterramiento será en acera/calzada a lo largo del vial 1, vial 2, vial 3, vial 4, vial 5, vial 6 y vial 7 de Pinoso (Alicante).

## 1.6 REGLAMENTACION OBSERVADA.

Para la confección del presente Proyecto se ha tomado en consideración los siguientes Reglamentos y Normas vigentes:

- Proyecto tipo Iberdrola de líneas subterráneas de baja tensión MT 2.51.43 ed. 2 de mayo de 2019.

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, B.O.E. 224 de 18-09-02.

- Contenidos mínimos en proyectos (Orden de Consellería de Industria, Comercio y turismo de 17 de julio de 1989 D.O.G.V. de 13 -11-1989).
- Contenido mínimo en proyectos (Orden de 13 de marzo de 2000, de la Consellería de Industria y Comercio por la que se modifican los anexos de la Orden de 17 de julio de 1989, D.O.G.V. 14-4-2000).
- Contenido mínimo en proyectos (Orden de 12 de febrero de 2001, de la Consellería de Industria, Comercio y Turismo por la que se modifica la de 13 de marzo de 2000, sobre contenidos mínimos en proyectos de Industrias e Instalaciones Industriales.
- Resolución de 20 de junio de 2003, de la Dirección General de Industria y Energía, por la que se modifican los anexos de Ordenes de 17 de julio de 1989 de la Consellería de Industria, Comercio y Turismo y de 12 de febrero de 2001 de la Consellería de Industria y Comercio, sobre contenido mínimo en proyectos de Industrias e Instalaciones Industriales.
- Resolución de 13 de marzo de 2004, de la Dirección General de Industria e Investigación Aplicada, por la que se modifican los anexos de la Ordenes de 17 de julio de 1989 de Consellería de Industria, Comercio y Turismo y 12 de febrero de 2001 de la Consellería de Industria y Comercio, sobre contenido mínimo en proyectos de Industrias e Instalaciones Industriales.
- Norma Técnica para Instalaciones de Enlace en Edificios destinados preferentemente a viviendas (NTE-IEEV).Orden de Consellería de Industria, Comercio y Turismo de 26 de julio de 1989.
- Orden de 15 de julio de 1994, de la Consellería de Industria, Comercio y Turismo, por la que se aprueba la Instrucción Técnica “Protección contra contactos Indirectos en Instalaciones de alumbrado público”.
- Ley 2/1989 de 3 de marzo de la Generalitat Valenciana de Impacto Ambiental.
- Decreto 162/1990 de 15 de octubre del Consell de la Generalitat Valenciana por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989 de 3 de marzo de Impacto Ambiental.
- Ley 3/1993 de 9 de diciembre de las Cortes Valencianas (Ley Forestal).
- Reglamento de Acometidas Eléctricas (Aprobado por Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre).
- Ordenanzas Municipales y condicionados impuestos por organismos públicos afectados.
- Normas UNE de obligado cumplimiento.

## **1.7 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.**

### **1.7.1 GENERALIDADES.**

En el frente de fachada de cada parcela se situará una CGP E-10 para la alimentación de la parcela. Esta CGP se colocará en el interior de un nicho de obra al que se accederá mediante una puerta metálica normalizada de 70x120 cm y dotada de ventilación y serigrafía de riesgo eléctrico.

Las previsiones de cargas en las naves que se alimentan desde la baja tensión son de 12 kW, 50 kW, 87,5 kW y 100 kW.

Las naves con una previsión de carga de hasta 50 kW se tomarán como medida directa (tipo 4).

Las naves con una previsión de carga superior a 50 kW se tomarán como medida indirecta (tipo 3).

### **1.7.2 TRAZADO.**

Las líneas se inician en CT de compañía situado en el frente de la parcela N14 y finalizan en las CGP situadas en el frente de cada una de las parcelas.

### 1.7.3 PREVISION DE CARGAS.

Para efectuar el cálculo de la previsión total de potencia del polígono se ha tenido en cuenta la ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Las líneas subterráneas de baja tensión (LSBT) a construir alimentan a varias CGP y el coeficiente de simultaneidad se establece en 1.

N en tabla y planos: Nave

La potencia demandada por cada parcela y sus características de suministro son:

DESTINO	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	ELECTRIFICACION (W/m <sup>2</sup> )	POTENCIA (W)	TENSIÓN (V)
N1	4000	125	500000	20000
N2	400	125	50000	400
N3	400	125	50000	400
N4	400	125	50000	400
N5	700	125	87500	400
N6	400	125	50000	400
N7	400	125	50000	400
N8	400	125	50000	400
N9	400	125	50000	400
N10	4000	125	500000	20000
N11	400	125	50000	400
N12	400	125	50000	400
N13	400	125	50000	400
N14-VE	700	Carga vehículo eléctrico	100000	400
N15	400	125	50000	400
N16	400	125	50000	400
N17	400	125	50000	400
N18	400	125	50000	400
Alumbrado		AE	12000	400
<b>POTENCIA TOTAL DEMANDADA EN BAJA TENSIÓN</b>			<b>899 500 W</b>	
<b>POTENCIA TOTAL DEMANDADA EN ALTA TENSIÓN</b>			<b>1 000 000 W</b>	
<b>POTENCIA TOTAL DEMANDADA POR EL POLÍGONO</b>			<b>1 899 500 W</b>	

Tabla 1. Potencia demandada por parcelas.

Las parcelas que se alimentan en BT lo hacen a partir de un CT de compañía y su potencia será:

### POTENCIA NECESARIA EN CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

Para el cálculo de la repercusión de la potencia de las parcelas en centro de transformación se tendrá en cuenta MT 2.03.20 ed. 11 de mayo de 2019.



$$PCT \text{ (kVA)} = \frac{\sum Ps(kW) * 0,5}{0,9}$$

POTENCIA BT polígono kW	TOTAL kVA necesarios en CT
899,500	500

Tabla 2. Repercusión de la potencia de las parcelas en el centro de transformación de compañía.

Se elegirá el transformador, de potencia normalizada, de 630 kVA.

#### 1.7.4 CONDUCTORES.

Se utilizarán cables con aislamiento de dieléctrico seco, tipos XZ1 (S), según NI 56.37.01 de las siguientes características:

- conductor	Aluminio
- Sección fase	95, 150, 240 mm <sup>2</sup> . Al.
- Sección neutro	50, 95, 150 mm <sup>2</sup> . Al.
- Aislamiento	(XLPE) Seco termoestable de polietileno reticulado.
- cubierta	(Z1) Poliolefinas
- Tensión nominal	0,6/1kV.
- Denominación	XZ1(S) 0,6/1kV.
- categoría de resistencia al incendio	UNE-EN 60332-1-2(S)

Los conductores a emplear en las líneas responderán a la denominación **XZ1 0,6/1 kV 3x240 mm<sup>2</sup> + 1x150 mm<sup>2</sup> Al.**

Todas las líneas serán de cuatro conductores, tres para las fases y uno para el neutro.

En casos especiales, los conductores utilizados estarán debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y esfuerzos mecánicos a que puedan estar sometidos.

Las conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

Las derivaciones a estas redes serán realizadas desde las CGP. No se admiten derivaciones en T

La distribución se realizará en sistema trifásico a las tensiones de 400 voltios entre fases y 230 voltios entre fase y neutro.

Las líneas serán de sección constante en toda su longitud.

Con objeto de mejorar la continuidad en el suministro, se tenderá a establecer una estructura de la red de tipo anillado, abriendo el circuito en el punto de mínima tensión.

Para la elección de un cable se deben tener en cuenta, en general, cuatro factores principales cuya importancia difiere en cada caso.

Dichos factores son:

- Tensión de la red y su régimen de explotación.
- Intensidad a transportar en determinadas condiciones de instalación.

- Caídas de tensión en régimen de carga máxima prevista.
- Intensidad y tiempo de cortocircuito.

Las características de los conductores en régimen permanente y en instalación **tubular soterrados** a título orientativo son las siguientes:

Sección (mm <sup>2</sup> )	R-90°C (Ω/Km)	X (Ω/Km)	I (A)	K(Cos φ=0,9)
50	0,822	0,080	115	0,5380
95	0,410	0,076	175	0,2792
150	0,264	0,075	230	0,1877
240	0,160	0,070	305	0,1212

*Tabla 3. Características de los conductores en régimen permanente, según UNE 211435.*

Estos valores son bajo las siguientes condiciones:

Temperatura del terreno = 25 °C

Temperatura ambiente = 40 °C

Resistencia térmica del terreno = 1,5 Km/W

Resistencia térmica del tubo = 3,5 Km/W

Profundidad de soterramiento = 0,7 m

Estos valores de **K** son para una tensión nominal de 400 V, según RBT Artículo 4.

A estos valores orientativos se deberán aplicar los coeficientes de reducción según lo especificado en la ITC-BT-07.

Para justificar la sección de los conductores se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

- Intensidad máxima admisible por el cable en sobrecarga y cortocircuito, según el tipo de instalación.
- Caída de tensión.

La elección de la sección del cable a adoptar está supeditada a la capacidad máxima del mismo y a la caída de tensión admisible, que no deberá exceder del 5%.

Cuando el proyecto sea de una derivación a conectar a una línea ya existente, la caída de tensión admisible en la derivación se condicionará de forma que sumando al de la línea ya existente hasta el tramo de derivación, no supere el 5%, para las potencias transportadas en la línea y las previstas a transportar en la derivación.

Para la elección entre los distintos tipos de líneas desde el punto de vista de la sección de los conductores, aparte de las limitaciones de potencia máxima a transportar y de caída de tensión, que se fijan en cada uno, es conveniente realizar un estudio técnico-económico desde el punto de vista de pérdida, por si quedara justificado con el mismo la utilización de una sección superior a la determinada por los conceptos anteriormente citados.

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 las intensidades máximas que figuran en la NI 56.37.01 o en los datos suministrados por el fabricante, la intensidad nominal de los fusibles y el tipo de canalización con sus factores de corrección.

LÍNEA	SUMINISTRO	POTENCIA kW	LONGITUD m	FUSIBLE A
LINEA 1	CGP-E10/14-15	150	68	250
LINEA 2	CGP-E10/11-12-13-CSI	150	196	250
LINEA 3	CGP-E10/2-3-4	150	180	250
LINEA 4	CGP-E10/16-17-18	150	82	250
LINEA 5	CGP-E10/5-6-AE	149,5	104	250
LINEA 6	CGP-E10/7-8-9	150	137	250

*Tabla 4. Resumen de características de las distintas líneas de distribución.*

### 1.7.5 ZANJAS Y SISTEMAS DE ENTERRAMIENTO

Los cables podrán instalarse:

- Directamente enterrados (en zanja).
- Tubular soterrados.
- Al aire (alojados en galerías).

Se adoptará la solución de **tubular soterrados** tanto en los cruces de calzada como en acera.

Estas canalizaciones de líneas subterráneas deberán proyectarse teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La canalización discurrirá por terrenos de dominio público bajo acera, siempre que sea posible, admitiéndose su instalación bajo la calzada en los cruces, evitando los ángulos pronunciados. La longitud de la canalización será lo más corta posible, a no ser que se prevea la instalación futura de un nuevo abonado alimentado con la misma línea.
- El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo 10 veces el diámetro exterior del cable y de 20 veces en las operaciones de tendido
- Los cruces de calzadas deberán ser perpendiculares, procurando evitarlos si es posible, sin perjuicio del estudio económico de la instalación en proyecto y si el terreno lo permite.
- En urbanizaciones, los armarios de seccionamiento y cajas generales de protección y medida se ubicarán a pie de vial o zonas de pública concurrencia y en los lindes de las parcelas que desde ellas se alimenten.

La profundidad, hasta la **parte superior del tubo más próximo a la superficie, que no será menor de 0,6 m en acera** o tierra, ni de **0,8 m en calzada**.

Estarán constituidos por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena u hormigón según corresponda. Las características de estos tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03.

Los cables se alojarán en zanjas de 0,98 m de profundidad mínima y tendrá una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido para la colocación de los tubos de 160 mm de diámetro, aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar.

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con los correspondientes entibados u otros medios para asegurar su estabilidad, conforme a la normativa de riesgos laborales

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

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una **solera** de limpieza de unos **0,04 m** aproximadamente 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 0,08 m por encima de los tubos** y envolviéndolos completamente.

A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes, sobre esta capa de tierra, se colocará una cinta o varias cintas de señalización (dependiendo del número de líneas), como advertencia de la presencia de cables eléctricos, Las características, color, etc., de la cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

Sobre la cinta de señalización se colocará una capa de tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, de unos 0,10 m de espesor. Por último se colocarán 0,10 m de espesor un firme de hormigón no estructural HNE 15,0/B/20 y otra de 0,06 m de espesor de reposición del pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura en total.

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.

#### 1.7.6 CANALIZACIONES BAJO TUBO DE CORTA LONGITUD

ITC-BT-07.- Se consideran de corta longitud, aquellas canalizaciones que tienen menos de 15 metros. En este caso, si el tubo se rellena con aglomerados especiales, no será necesario aplicar ningún factor de corrección.

Este tratamiento se aplicará en los 15 m primeros a la salida del CT.

#### 1.7.7 MEDIDAS DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD.

Para la señalización y protección de la red BT en acera se utilizará la cinta de plástico que se colocará en la perpendicularidad de la agrupación de conductores y a una altura de 10 cm por debajo de la solera de hormigón de la acera.

Para la protección en los cruces de calzada se colocarán tubos hormigonados según plano de detalle de cruce de calzada.

#### 1.7.8 EQUIPOS DE MEDIDA.

Las parcelas de hasta 50 kW se dotarán de equipo de medida directa, la de 87,5 kW se dotará de medida indirecta mediante transformadores de intensidad 200/5 que permite contratar entre 62 kW y 166 kW.

Las parcelas N1 y N10 disponen de su propio transformador.

#### 1.7.9 CAJAS GENERALES DE PROTECCION.

Para las CGP-E-10 se dispondrán de nichos con puerta metálica normalizada. Los E-10 estarán constituidas por tres bases unipolares cerradas BUC de 250 A y un neutro seccionable amovible.

En cada una de las CGP que se prevea instalar, se realizará **una puesta a tierra del neutro**.

### 1.7.10 CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.

Las distancias para cruzamientos y paralelismos se tomarán de la ITC-BT-07 del REBT.

#### 1.7.10.1 CRUZAMIENTOS

##### Calles y carreteras

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores según conforme lo establecido en MT 2.51.01, recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,80 m hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

##### Ferrocarriles

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores conforme lo establecido en MT 2.51.01, recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 1,30 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular a la vía. Dichos tubos rebasarán las vías férreas en 1,5 m. por cada extremo.

##### Otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de baja tensión discurren por encima de los de alta tensión.

La distancia mínima entre un cable de baja tensión y otros cables de energía eléctrica será:

- Con cables de baja tensión 10 cm.
- Con cables de alta tensión 25 cm.
- A los empalmes 1 m.

##### Cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicaciones será de 20 cm.

Cuando no se pueda respetar esta distancia en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

##### Canalización de agua y gas

Siempre que sea posible, los cables se instalarán por encima de las canalizaciones de agua.

La distancia mínima entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua o gas será de 20 cm. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o de los empalmes de la canalización eléctrica situando unas y otros a una distancia superior a 1 m. del cruce.

Cuando no se pueda respetar esta distancia en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

Los cruzamientos con instalaciones de gas se verán afectadas por las características de la alimentación y presión de la canalización luego para fijar las condiciones de instalación se recabarán los datos de la empresa suministradora de gas.

Las condiciones aquí fijadas son para canalizaciones en media y baja presión  $\leq 4$  bares.

### **Conducciones de alcantarillado**

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá incidir en su pared, siempre que se asegure que esta no queda debilitada, si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán en canalización entubada.

### **Depósitos de carburante**

Los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas y distarán como mínimo 20 cm. del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo 1,5 m por cada extremo.

### **1.7.10.2 PROXIMIDADES Y PARALELISMOS**

Los cables subterráneos de baja tensión directamente enterrados deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

#### **Otros cables de energía eléctrica**

Los cables de baja tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión manteniendo una distancia mínima de:

- Con cables de baja tensión 10 cm.
- Con cables de alta tensión 25 cm.

Cuando no se pueda respetar esta distancia en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

#### **Cables de telecomunicación**

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicaciones será de 20 cm.

Cuando no se pueda respetar esta distancia en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

#### **Canalización de agua**

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 20 cm. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m.

Cuando no se pueda respetar esta distancia en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

Se procurará que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Las arterias principales de agua se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m. respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

### Canalización de gas

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de gas será de 20 cm, excepto para las canalizaciones de gas con presión superior a 4 bar en que la distancia será de 40 cm, La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m.

Cuando no se pueda respetar esta distancia en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

Las arterias importantes de gas se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m. respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

#### 1.7.11 PROTECCIONES ELÉCTRICAS

Con carácter general, los conductores estarán protegidos por los fusibles existentes contra sobrecargas y cortocircuitos.

Se tendrá en cuenta los factores de corrección de la intensidad máxima admisible por agrupación de cables trifásicos según lo especificado en la ITC- BT – 07.

En la configuración de esta red de BT coinciden varias líneas en la misma canalización, por lo que se tendrá en cuenta el factor de corrección por incremento de temperatura. Según ITC-BT-07 el factor de corrección de la intensidad máxima admisible en el conductor según condiciones de la instalación enterrada será:

$$F_C = F_T \cdot F_R \cdot F_A \cdot F_P$$

Y se tiene que cumplir:

$$I_Z = F_C \times I_{max}$$

El fusible máximo gG que protege al conductor contra sobrecargas  $I_N < I_Z \times 0,91$

$$I_B < I_N$$

$$I_N < I_Z \times 0,91$$

$$I_B < I_N < I_Z$$

El fusible máximo clase gG que protege al conductor de **240** mm<sup>2</sup>. AL será:

$$I_N(A) \leq 305 \times 1 \times 0,91 = 277 \text{ A}$$

será el de 250 A.

Para la adecuada protección de los cables **contra sobrecargas**, mediante fusibles de la clase gG se indica en el siguiente cuadro la intensidad nominal de los mismos:

Cable 0,6/ 1 kV	Directamente soterrados	En tubo soterrado	Al aire protegido del sol
4 x 50 Al	100	100	100
3 x 95 + 1 x 50 Al	160	125	160
3 x 150 + 1 x 95 Al	200	200	250
3 x 240 + 1 x 150 Al	250	250	315

Tabla 5. Intensidad nominal de los fusibles, según MT 2.51.43.



Para la protección del conductor con fusibles clase gG **contra cortocircuitos y sobrecargas**, deberá tenerse en cuenta la longitud de la línea que realmente protege y que se indica en el siguiente cuadro en metros, calculada con la impedancia, para el conductor de fase y neutro, correspondiente a una temperatura en el conductor de 90 °C.

<b>Longitud máxima del cable protegida (en metros) contra cortocircuitos</b>						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles gG Calibre In (A)	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156*	117*	89*	67*	51*
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118*	90*	67*
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161*	121*
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185*
* No protegida contra sobrecargas						

*Tabla 6. Longitud máxima del cable protegida (en metros) contra cortocircuitos según MT 2.51.43. Nota: Estas longitudes se consideran partiendo del cuadro de B.T. del centro de transformación. Las longitudes con \* no quedan protegidas contra sobrecargas.*

## 1.8 PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO.

El conductor neutro de las redes subterráneas se conectará a tierra en el centro de transformación en la forma prevista en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. Se conectará a tierra en otros puntos de la red con objeto de disminuir su resistencia global a tierra, según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Complementarias.

El neutro se conectará a tierra en los armarios de seccionamiento y cajas generales de protección, consistiendo dicha puesta a tierra en una pica de 1,5 m y un flagelo de cable de cobre RV 0,6/1 kV de 1x50 mm<sup>2</sup> de unos 3 m de longitud enterrado en la misma zanja que los cables y unido al borne del neutro.

El conductor neutro no podrá ser interrumpido en la red de distribución, salvo que esta interrupción sea realizada por alguno de los dispositivos siguientes:

- Interruptores o seccionadores omnipolares que actúan sobre el neutro al mismo tiempo que en las fases (corte omnipolar simultáneo), o que se establezcan la conexión del neutro antes que las fases y desconecten éstas antes que el neutro.
- Uniones amovibles con el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizados y que sólo puedan ser maniobradas mediante herramientas adecuadas, no debiendo, en este caso, ser seccionado el neutro sin que lo estén previamente las fases, ni conectadas éstas sin haberlo sido previamente el neutro.

Elche, Septiembre de 2020

El autor del proyecto

Fdo. Jerónimo Benito Crouseilles

## CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

### 2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

#### 2.1 TENSION NOMINAL Y CAIDA DE TENSION MAXIMA ADMISIBLE.

La presente instalación estará alimentada con corriente alterna trifásica, con tres fases y conductor neutro, a la frecuencia normalizada de 50 Hz. y su tensión nominal será de 400 V entre fases y 230 V medidos entre una fase y neutro. Según RBT. Artículo 4

Las caídas de tensión máximas admisibles serán del 5%

#### 2.2 FORMULAS UTILIZADAS.

Las fórmulas y abreviaturas utilizadas son las siguientes:

##### INTENSIDAD

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi} \quad \text{en red trifásica. (I}_B\text{)}$$

$$I = \frac{P}{V \times \cos \varphi} \quad \text{en red monofásica.}$$

##### SOBRECARGAS

Las características de un dispositivo que proteja una canalización contra sobrecargas deben satisfacer las dos condiciones siguientes según (ITC-BT-22):

1.  $I_B \leq I_N \leq I_z$
2.  $I_2 \leq 1,45 I_z$

$I_z$ : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección.

- magnetotérmicos: es la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional de  $1h < 63 A$ .  $2h > 63 A$

$$I_F = 1,45 I_N \qquad 1,45 I_N \leq 1,45 I_z \qquad I_N \leq I_z$$

- fusible gl: es la intensidad de fusión en el tiempo convencional de 5 s.

$$I_F = 1,6 I_N \qquad 1,6 I_N \leq 1,45 I_z \qquad I_N \leq 0,91 I_z$$

##### INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

La intensidad de cortocircuito está limitada por la impedancia del circuito hasta el punto de cortocircuito.  
El cortocircuito se supone franco.

La influencia de la impedancia de la red supone una caída de tensión del 20%.

La intensidad de cortocircuito más desfavorable será la de cortocircuito franco fase-neutro y su valor máximo aparecerá en el origen del circuito y su valor mínimo en el extremo.

$$ICC = 0,8 \frac{V}{R}$$

## CAIDA DE TENSION

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

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

En donde:

P = Potencia en kW.

U = Tensión compuesta en kV.

$\Delta U$  = Caída de tensión en voltios.

I = Intensidad en amperios.

L = Longitud de la línea en km.

R = Resistencia del conductor en  $\Omega$ /km.

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

La caída de tensión en la línea, puesta en función del momento eléctrico  $P \times L$ , teniendo en cuenta las fórmulas anteriores, viene dada por:

$$\Delta U \% = \frac{(R + X \operatorname{tg} \varphi)}{10 \times U^2} \times P \times L$$

$$\text{Siendo } K = \frac{(R + X \operatorname{tg} \varphi)}{10 \times U^2}$$

$$\Delta U \% = K \times P \times L$$

Donde  $\Delta U \%$  viene dada en % de la tensión compuesta U en voltios.

Se considerará un factor de potencia para el cálculo de  $\cos \varphi = 0,9$ .

## 2.3 CÁLCULO DEL CIRCUITO

LINEA 1= LINEA 2 = LINEA 3= LINEA 4= LINEA 5= LINEA 6

CONDUCTOR: XZ1 0,6/1 kV 3x240 + 1x150Al.

- INTENSIDAD DE TRANSPORTE ( $I_B$ ) Y CAIDA DE TENSIÓN ( $\Delta U \%$ ):

$\Delta U \%$  = K.P.L fórmula aplicada para la caída de tensión.

LÍNEA	P(kW)	IB	K	Lmed(m)	$\Delta U\%$
1	150,0	241	0,1212	25	0,45
2	150,0	241	0,1212	64	1,16
3	150,0	241	0,1212	160	2,91
4	150,0	241	0,1212	60	1,09
5	149,5	240	0,1212	102	1,85
6	150,0	241	0,1212	104	1,89

Tabla 7. Parámetros calculados de las líneas.

La caída de tensión se calculará definiendo la longitud media del circuito o centro de gravedad del momento eléctrico  $P \times L$

La caída de tensión en la línea más larga < 5%.

**Luego en todas las líneas la sección es válida por caída de tensión.**

- INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN EL CONDUCTOR POR CONDICIONES DE ENTERRAMIENTO ( $I_z$ ):

Las intensidades máximas admisibles según ITC-BT-07 se toman de la norma UNE 20435. Esta norma esta anulada y sustituida por la norma UNE 211435.

En esta última norma nos basaremos para elegir las intensidades máximas admisibles y sus coeficientes correctores según las condiciones de enterramiento.

La sección elegida es de XZ1 0,6/1 kV 3x240 + 1x150Al. Para esta sección la norma UNE 211435 marca una intensidad máxima admisible de 305 A. Esta intensidad máxima admisible queda afectada por los siguientes factores de corrección:

**Por temperatura del terreno:**

Si la temperatura ambiente difiere de 40°C para instalaciones al aire en galerías y 25°C para instalaciones enterradas los valores de corrección para la intensidad máxima admisible son:

Temperatura máxima del conductor °C	Temperatura del aire ambiente en cables en galerías, °C								
	20	25	30	35	40	45	50	55	60
90	1,18	1,14	1,1	1,05	1	0,95	0,89	0,84	0,77
Temperatura máxima del conductor °C	Temperatura del aire ambiente en cables soterrados, °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90	1,11	1,07	1,04	1	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78

Tabla 8. Coeficiente de corrección  $F_t$ , para temperaturas del aire ambiente para cables tanto en galerías como soterrados, según UNE 211435.

Temperatura del terreno = 25°.

 $F_T = 1$ 
**Por resistividad térmica del terreno:**

Los factores de corrección cuando la resistividad térmica del terreno sea distinta de 1,5 K·m/W están recogidos en la siguiente tabla (el MT 2.51.43 adopta 1 K·m/W):

<b>Cables instalados en tubos soterrados. Un circuito por tubo</b>							
<b>Sección del conductor mm<sup>2</sup></b>	<b>Resistividad del terreno</b>						
	<b>0,8 K·m/W</b>	<b>0,9 K·m/W</b>	<b>1 K·m/W</b>	<b>1,5 K·m/W</b>	<b>2 K·m/W</b>	<b>2,5 K·m/W</b>	<b>3 K·m/W</b>
<b>25</b>	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
<b>50</b>	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
<b>95</b>	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
<b>150</b>	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
<b>240</b>	1,15	1,12	<b>1,10</b>	1,00	0,92	0,86	0,81

Tabla 9. Factores de corrección por resistividad térmica del terreno, según UNE 211435.

La resistividad térmica del terreno depende del tipo de terreno y de su humedad, aumentando cuando el terreno está más seco. En la tabla siguiente se muestran valores de resistividad térmica del terreno según su naturaleza y grado de humedad.

<b>Resistividad térmica del terreno ( K·m/W)</b>	<b>Naturaleza del terreno y grado de humedad</b>
0,40	Inundado
0,50	Muy húmedo
0,70	Húmedo
0,85	Poco húmedo
0,90	Hormigón
1,00	<b>Seco</b>
1,20	Arcilloso muy seco
1,50	Arenoso muy seco
2,00	De piedra arenisca
2,50	De piedra caliza
3,00	De piedra granítica

Tabla 10. Resistividad térmica del terreno en función de su naturaleza y humedad, según UNE 211435.

El terreno de estudio es arcilloso seco y tomaremos como resistividad térmica del terreno = 1,0 K·m/W. Por indicación del MT 2.51.43.

 $F_R = 1,10$

Por profundidad de enterramiento:

Cables de 0,6/1 kV		
Profundidad, m	Soterrados	En tubo
0,50	1,04	1,03
0,60	1,02	1,01
0,70	1,00	<b>1,00</b>
0,80	0,99	0,99
1,00	0,97	0,97
1,25	0,95	0,96
1,50	0,93	0,95
1,75	0,92	0,94
2,00	0,91	0,93
2,50	0,89	0,91
3,00	0,88	0,90

Tabla 11. Factor de corrección para profundidades distintas de 0,7 m, según UNE 211435.

Según las distintas configuraciones de las canalizaciones se toma como profundidad media 0,7 m

**F<sub>P</sub> = 1,00**

Por agrupamiento de conductores en la misma canalización:

Circuitos en tubos soterrados dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,87	0,90	0,94	0,96	0,97
3	0,77	0,82	0,87	0,90	0,93
4	0,71	0,77	0,84	0,88	0,91
5	0,67	0,74	0,81	0,86	0,89
6	0,64	0,71	0,79	0,85	0,88
7	0,61	0,69	0,78	0,84	-
8	0,59	0,67	0,77	0,83	-
9	0,57	0,66	0,76	0,82	-
10	0,56	0,65	0,75	-	-

Tabla 12. Factor de corrección por distancia para agrupamiento de cables entubados, según norma UNE 211435.

Número máximo de ternas en la zanja = 2. No considerando los 15 m primeros a la salida del CT

**F<sub>A</sub> = 0,87**

La intensidad máxima admisible resultante teniendo en cuenta todos los factores de corrección del enterramiento será:

Factor de corrección de I<sub>Z</sub>:  $F_C = F_T \cdot F_R \cdot F_A \cdot F_P = 1 \times 1,1 \times 0,87 = 0,957$

**I<sub>Z</sub> = 305 x 0,957 = 292 A**

- ELECCIÓN DEL FUSIBLE POR SOBRECARGA:

El fusible que proteja a las líneas debe cumplir el siguiente requisito:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$241 \leq 250 \leq 292$$

**$I_Z$  admisible en el conductor 292 A >  $I_N$  fusible 250 A >  $I_B$  241 A**

$$I_N \leq 0,91 \cdot I_Z \quad I_N = 0,91 \times 292 = \mathbf{265 \text{ A.}}$$

**Valor del calibre máximo del fusible. Se elige el calibre nominal inmediatamente inferior de gG250A.**

**El fusible gG250A es adecuado para proteger las líneas 1, 2, 3, 4, 5 y 6 por sobrecarga.**

- ELECCIÓN DEL FUSIBLE POR CORTOCIRCUITO

Longitud máxima admisible por cortocircuito en línea con conductor XZ1 0,6/1 kV 3x240 + 1x150Al protegida con fusible gG 250 A = 247 m (según Tabla 6).

Esta longitud es muy superior a las establecidas para las líneas.

**El fusible gG250A es adecuado para proteger las líneas 1,2,3,4,5 y 6 por cortocircuito.**

Elche, Septiembre de 2020

El autor del proyecto

Fdo. Jerónimo Benito Crouseilles



**3 PRESUPUESTO**
**PRESUPUESTO LSBT PARA SUMINISTRAR ENERGÍA AL POLIGONO INDUSTRIAL DE PINOSO**

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.1	Ml	Tendido de cable (3 x 240 + 1 x 150) mm <sup>2</sup> Al soterradas en acera y cruce de calle bajo tubo en lecho de arena, incluso distribución en la zanja.			
		Total Ml .....	767,000	17,72	13591,24
1.2	Ml	Zanja Baja Tensión media de 4 Tubos 0,42 x 0,98 en terreno acera y cruce, normalizada Iberdrola incluido excavación, lecho de hormigón, lecho de arena, tubos de protección, relleno con zahorra artificial compactada, transporte y vertido de tierras sobrantes.			
		Total Ml .....	590,000	79,25	46757,50
1.3	Ud	CGP en armario con envolvente de obra y puerta metálica 70x140 cm.			
		Total Ud .....	17,000	150,40	2556,80
1.4	Ud	Colocación de terminales 3x240/150 preaislados.			
		Total Ud .....	34,000	115,00	3910,00
1.5	ju	Colocación de juegos fusibles NH2/250			
		Total ju .....	6,000	91,00	546,00
1.6	Ud	Ejecución de conexión para refuerzo de neutro con pica de puesta a tierra de 1,5 m de longitud y conductor de 50 mm <sup>2</sup> en cobre.			
		Total Ud .....	17,000	28,00	476,00
1.7	Ud	Verificaciones, medición de aislamiento y legalización.			
		Total Ud .....	1,000	1400,00	1400,00
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL €					69237,54

**ASCIENDE EL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL A LA EXPRESADA CANTIDAD DE SESENTA Y NUEVE MIL DOSCIENTOS TREINTA Y SIETE EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.**

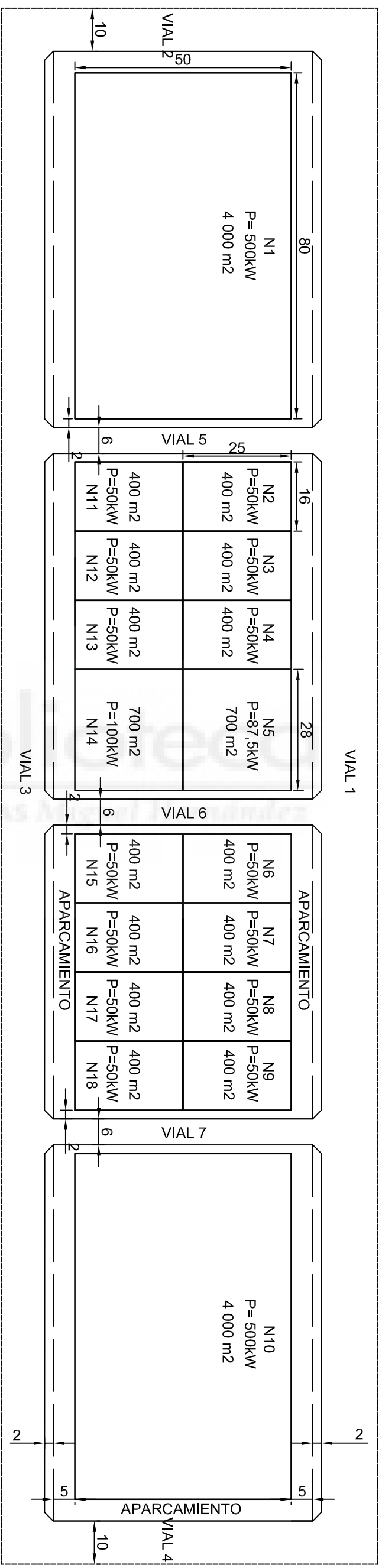
Elche, Septiembre de 2020

El autor del proyecto

Fdo. Jerónimo Benito Crouseilles

#### 4 PLANOS





**UNIVERSITAT**  
*Miguel Hernández*

PLANO N.º: **1**

DISTRIBUCIÓN DE LAS PARCELAS.

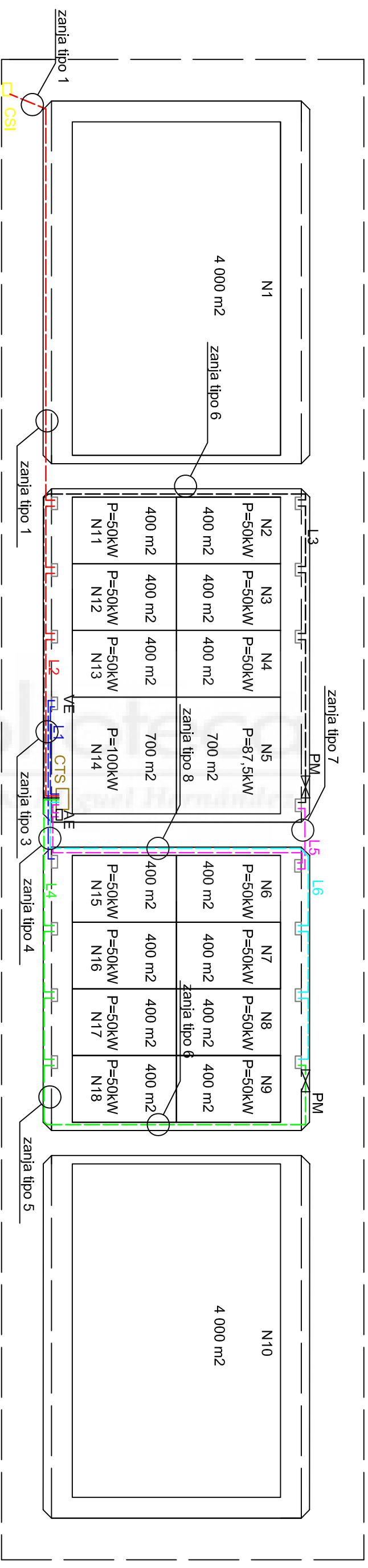
ESCALA: S/E

FECHA: SEPTIEMBRE 2020

SITUACIÓN: PINOSO (ALICANTE)

PROYECTO: PROYECTO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN PARA SUMINISTRAR ENERGÍA A NAVES DEL POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO.

AUTOR: JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES



LEYENDA	
Elemento	Descripción
	Centro de seccionamiento independiente
	CGP en armario con envolvente de obra y puerta
	Centro de transformacion de superficie de compañía
	Punto de mínima de la línea
	Línea 1
	Línea 2
	Línea 3
	Línea 4
	Línea 5
	Línea 6



UNIVERSITAT  
Miguel  
Hernández

PLANO Nº:

REDES DE BAJA TENSION.

PLANO Nº:

2

ESCALA: S/E

FECHA: SEPTIEMBRE 2020

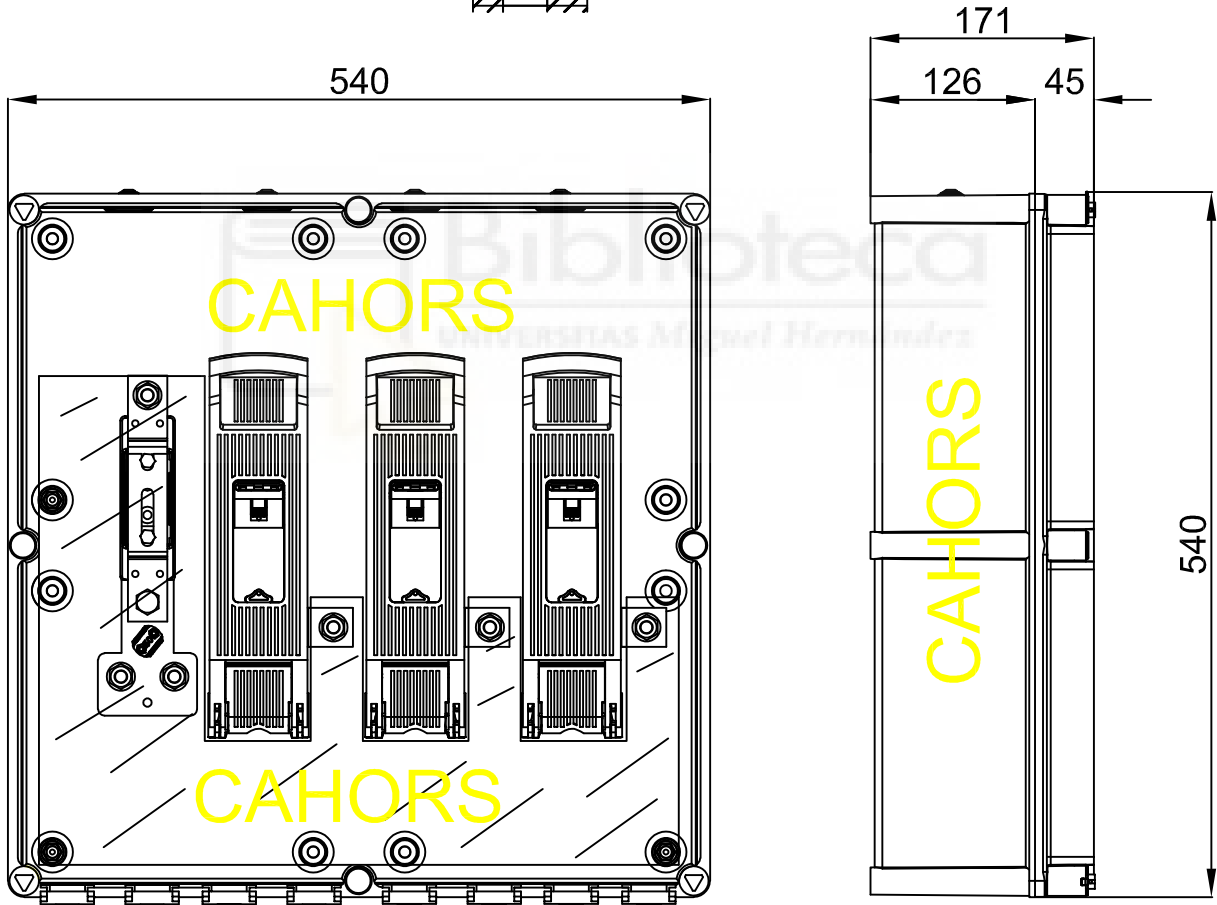
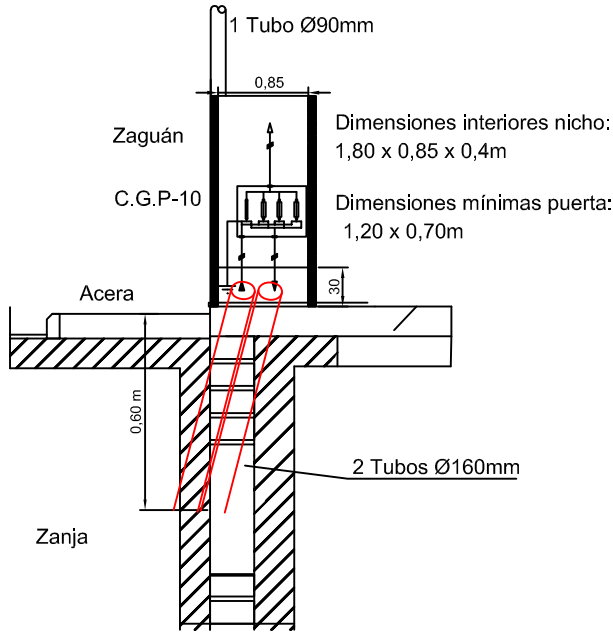
SITUACIÓN: PINOSO (ALICANTE)

PROYECTO:

PROYECTO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSION PARA SUMINISTRAR ENERGÍA A NAVES DEL POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO.

AUTOR:

JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES



PLANO:  
DISPOSICIÓN DE LAS CGP.

PLANO Nº:  
**3**

ESCALA:  
S/E

FECHA:  
SEPTIEMBRE 2020

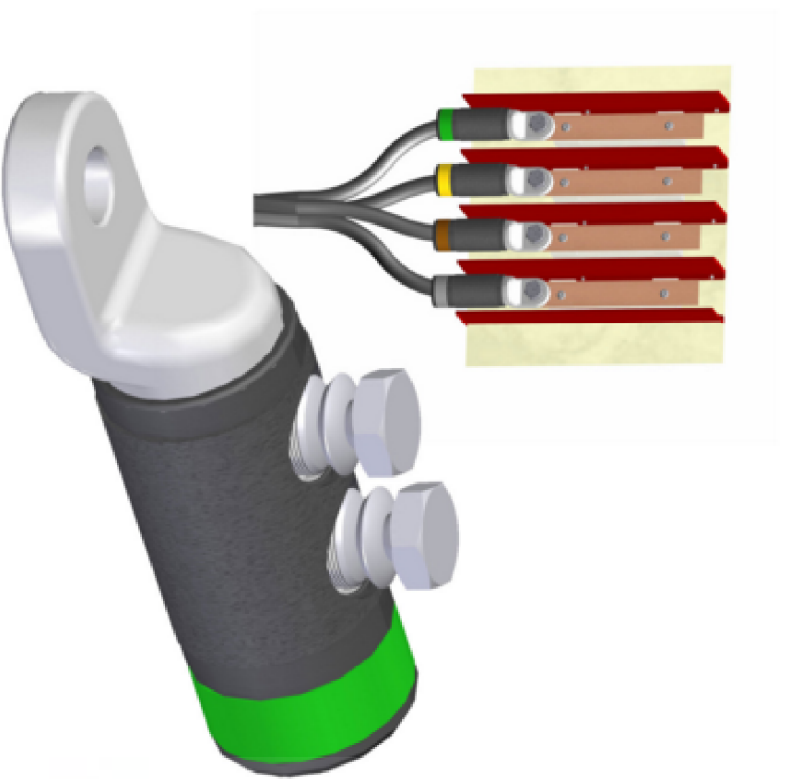
SITUACIÓN:  
PINOSO (ALICANTE)

PROYECTO:

PROYECTO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN PARA SUMINISTRAR ENERGÍA A NAVES DEL POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO.

AUTOR:  
JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES

Terminal para conexión de cables por tornillería con sistema de control del par de apriete.




Referencia	Secciones (mm2)	Ustillaje
TTP-50	16 - 50	H-13
TTP-95	50 - 95	H-17
TTP-150	95 - 150	H-17
TTP-240	150 - 240	H-17
TTP-400	300 - 400	H-22

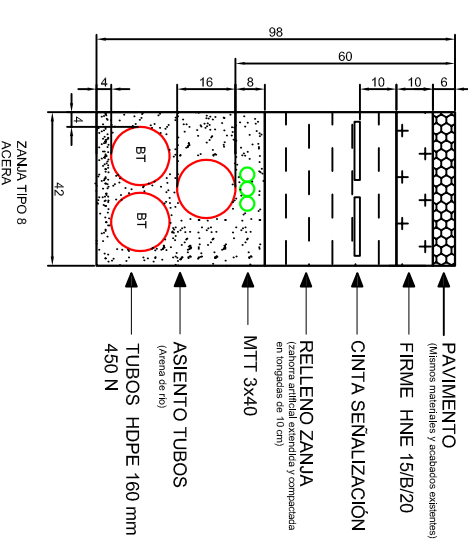
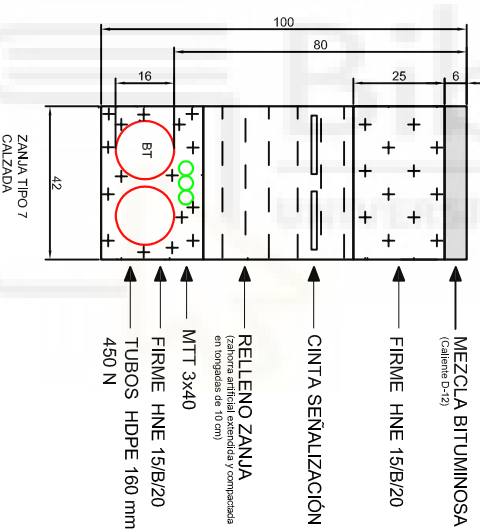
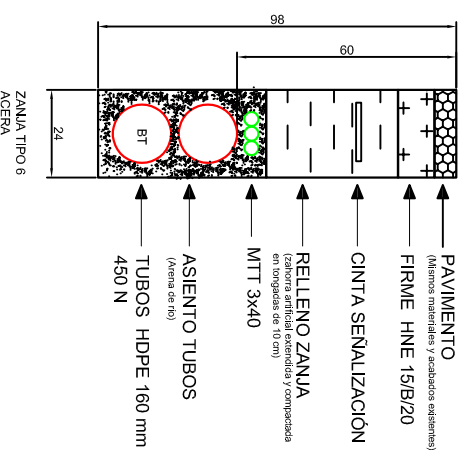
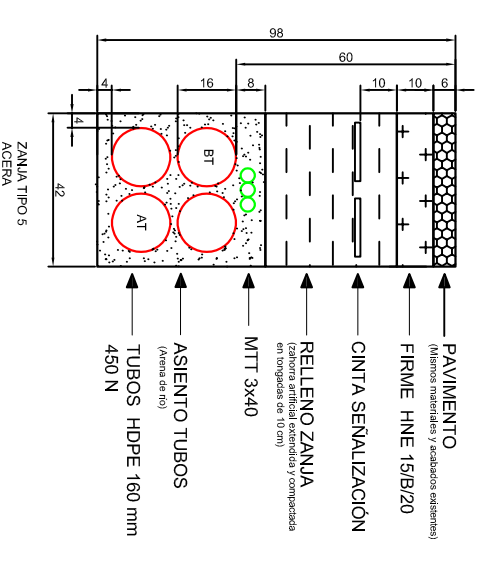
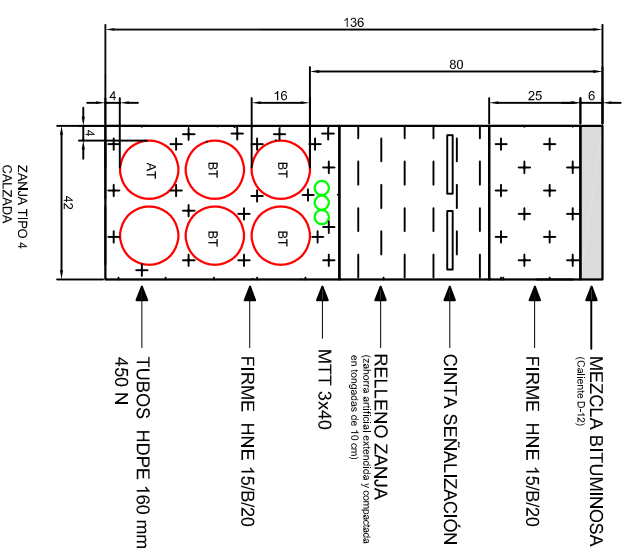
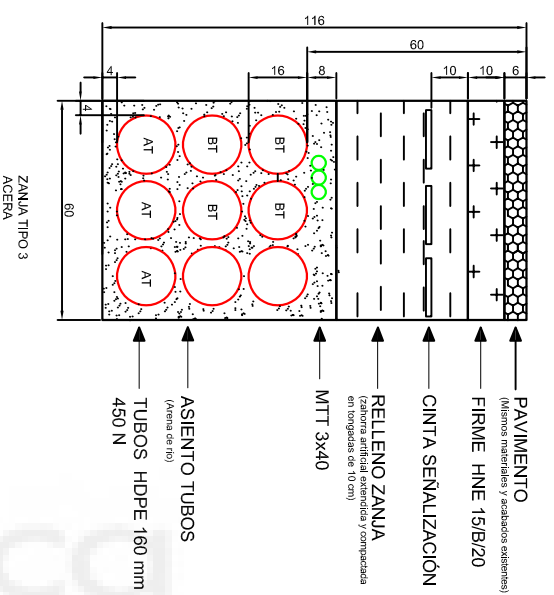
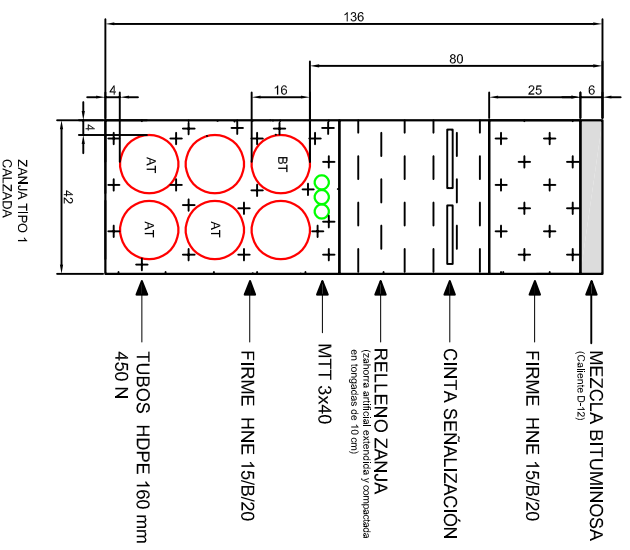
Manguitos preaislados por tornillería para redes subterráneas de B.T.



Referencia	Secciones (mm2)	Ustillaje
MTP-50	25 - 50	HEX-13
MTP-95	50 - 95	HEX-13
MTP-150	95 - 150	HEX-17
MTP-240	150 - 240	HEX-17



 <p><b>UNIVERSITAS</b> Miguel Hernández</p>	PLANO:	TERMINALES DE EMPALME Y CONEXIÓN PRE AISLADOS.	PLANO N.º:	<b>4</b>	
	ESCALA:	S/E	FECHA:	SEPTIEMBRE 2020	
PROYECTO:	PROYECTO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN PARA SUMINISTRAR ENERGÍA A NAVES DEL POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO.			AUTOR:	JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES
	SITUACIÓN:			PINOSO (ALICANTE)	





**PROYECTO DE ALUMBRADO EXTERIOR EN  
CALLES DEL POLÍGONO INDUSTRIAL DE  
PINOSO.**



**Autor:** Jerónimo Benito Crouseilles

**Tutor:** Miguel López García

<b>1.1 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS.</b>	<b>4</b>
1.1.1 TITULAR-PROMOTOR	4
1.1.2 AUTOR DEL PROYECTO.	4
1.1.3 TERMINO MUNICIPAL.	4
1.1.4 SITUACION.	4
1.1.5 DESTINA LA ENERGÍA.	4
1.1.6 TENSIÓN NOMINAL Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.	4
1.1.7 LONGITUD DE LOS CIRCUITOS Y DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS.	4
1.1.8 NÚMERO DE CONDUCTORES Y SECCIÓN.	5
1.1.9 PRESUPUESTO TOTAL.	5
<b>1.2 OBJETO DEL PROYECTO.</b>	<b>5</b>
<b>1.3 AUTOR DEL PROYECTO.</b>	<b>5</b>
<b>1.4 TITULAR DE LA INSTALACIÓN</b>	<b>5</b>
<b>1.5 EMPLAZAMIENTO.</b>	<b>5</b>
<b>1.6 REGLAMENTACION OBSERVADA.</b>	<b>5</b>
<b>1.7 DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES.</b>	<b>6</b>
1.7.1 GENERALIDADES.	7
1.7.2 TRAZADO.	7
1.7.3 POTENCIA TOTAL INSTALADA.	7
1.7.3.1 POTENCIA TOTAL DEMANDADA	7
1.7.3.2 POTENCIA TOTAL ADMISIBLE	8
1.7.4 DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES DE ENLACE.	8
1.7.4.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.	8
1.7.4.2 CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDA.	8
1.7.4.3 LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA).	9
1.7.4.4 DERIVACIÓN INDIVIDUAL.	9
1.7.4.5 PUESTA A TIERRA	9
1.7.5 CLASIFICACIÓN Y CARÁCTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN	10
1.7.5.1 LOCALES ADYACENTES.	10
1.7.6 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN.	10
1.7.7 CUADROS SECUNDARIOS Y PARCIALES.	10
1.7.8 LINEAS DE DISTRIBUCIÓN Y CANALIZACIÓN.	11
1.7.8.1 SISTEMA DE INSTALACIÓN ELEGIDO.	11
1.7.8.2 NÚMERO DE CIRCUITOS.	12
1.7.9 CIMENTACIÓN DE LAS COLUMNAS.	12

1.7.10	INSTALACIÓN EN EL INTERIOR DE LAS COLUMNAS.	12
1.7.11	DESCRIPCIÓN DE LA LUMINARIA	12
1.7.12	PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS INDIRECTOS.	13
1.7.13	PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.	13
1.7.14	IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES.	14
1.7.15	SUMINISTROS COMPLEMENTARIOS.	14
1.7.16	ALUMBRADO ESPECIALES.	14
1.7.17	PUESTA A TIERRA.	14
1.7.17.1	LINEAS PRINCIPALES DE TIERRA.	14
1.7.17.2	DERIVACIÓN DE LA LINEA PRINCIPAL DE PUESTA A TIERRA	14
1.7.17.3	CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.	15
1.7.17.4	RED EQUIPOTENCIAL.	15
1.7.18	CONDUCTORES.	15
1.7.19	EQUIPOS DE MEDIDA.	16
<b>1.8</b>	<b>REGLAMENTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR.</b>	<b>16</b>
1.8.1	RESUMEN DE REAL DECRETO 1890/2008	17
1.8.2	CLASE DE ALUMBRADO Y NIVEL DE ILUMINACION	18
1.8.3	SOLUCION ADOPTADA	19
<b>2</b>	<b><u>CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS</u></b>	<b>20</b>
2.1	TENSION NOMINAL Y CAIDA DE TENSION MAXIMA ADMISIBLE.	20
2.2	FORMULAS UTILIZADAS.	20
2.3	CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS	22
2.3.1	DERIVACION INDIVIDUAL	22
2.3.2	LINEAS DE ALIMENTACION LUMINARIAS.	23
2.4	CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA.	29
2.5	CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS.	30
<b>3</b>	<b><u>PRESUPUESTO</u></b>	<b>39</b>
<b>4</b>	<b><u>PLANOS</u></b>	<b>41</b>

---

## **PROYECTO DE ALUMBRADO EXTERIOR EN CALLES DEL POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO**

### **1 MEMORIA**

#### **1.1 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS.**

Se va a construir un polígono industrial y para su suministro se procederá a electrificar las parcelas en las que se ha dividido y los viales de comunicación.

Hay parcelas en las que el suministro es en alta tensión y otras en baja tensión.

El alumbrado exterior será suministrado en baja tensión.

Todas las redes del polígono serán subterráneas con tramos en acera y tramos en calzada.

##### **1.1.1 TITULAR-PROMOTOR**

El titular de las instalaciones es El Exm. Ayuntamiento de Pinoso.

##### **1.1.2 AUTOR DEL PROYECTO.**

El presente proyecto es el trabajo fin de Grado de Jerónimo Benito Crouseilles.

##### **1.1.3 TERMINO MUNICIPAL.**

Las redes subterráneas de baja tensión trascorrirán en todo su trazado por el término municipal de Pinoso.

##### **1.1.4 SITUACION.**

El soterramiento será en acera/calzada a lo largo del vial 1, vial 2, vial 3, vial 4, vial 5, vial 6 y vial 7 de Pinoso (Alicante).

##### **1.1.5 DESTINA LA ENERGÍA.**

La red de distribución del alumbrado exterior está destinada a la alimentación de los puntos de luz de los viales del polígono.

##### **1.1.6 TENSIÓN NOMINAL Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.**

La alimentación será a 400 voltios entre fases y 230 voltios entre cualquiera de las fases y el conductor neutro.

Clase de corriente	Alterna trifásica
Frecuencia industrial	50 Hz
Tensión monofásica	230 V
Tensión trifásica	400 V
Tensión máxima entre fase y tierra	250 V
Aislamiento de los cables de red	RV-K 0,6/1 kV
Sistema de puesta a tierra	Neutro unido a tierra (TT)
Sistema de puesta a tierra de los receptores	masas puesta a tierra.

##### **1.1.7 LONGITUD DE LOS CIRCUITOS Y DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS.**

Las líneas parten del cuadro de mandos situados en el vial 6 y finalizan en las columnas de los viales.

Se construyen cuatro circuitos independientes con sus correspondientes protecciones.

La distribución de estos circuitos será:

- **Circuito 1, vial 2 y parte del vial 3:** 10 luminarias led de 90 W sobre columna recta de 10 m. de altura. Potencia total de 900 W y longitud total de 269 m con una interdistancia de 27 m.
- **Circuito 2, parte del vial 3 y vial 4:** 9 luminarias led de 90 W sobre columna recta de 10 m. de altura. Potencia total de 810 W y longitud total de 275 m con una interdistancia de 27 m.
- **Circuito 3, parte del vial 1 y vial 5:** 7 luminarias led de 90 W sobre columna recta de 10 m de altura a una interdistancia de 27 m y 3 luminarias led de 56 W sobre columna recta de 8 m a una interdistancia de 21 m. Potencia total de 798 W y longitud total de 320 m.
- **Circuito 4, parte del vial 1, vial 6 y vial 7:** 6 luminarias led de 90 W sobre columna recta de 10 m de altura a una interdistancia de 27 m y 6 luminarias led de 56 W sobre columna recta de 8 m a una interdistancia de 21 m. Potencia total de 876 W y longitud total de 396 m.

#### 1.1.8 NÚMERO DE CONDUCTORES Y SECCIÓN.

Se ejecutarán cuatro líneas con conductores RV-K 0,6/1kV 4x6 mm<sup>2</sup> + H07V 1 x 16 mm<sup>2</sup> en el interior de tubo enterrado D90/450 N

#### 1.1.9 PRESUPUESTO TOTAL.

Ascende presupuesto, no incluido IVA, a la cantidad de 121409 €.

#### 1.2 OBJETO DEL PROYECTO.

El presente proyecto tiene por objeto el trabajo fin de grado de la electrificación de un polígono industrial. En este trabajo se diseña y calcula el alumbrado exterior de los viales.

#### 1.3 AUTOR DEL PROYECTO.

El presente proyecto es el trabajo fin de Grado de Jerónimo Benito Crouseilles.

#### 1.4 TITULAR DE LA INSTALACIÓN

El titular de las instalaciones es El Exm. Ayuntamiento de Pinoso.

#### 1.5 EMPLAZAMIENTO.

El soterramiento será en acera/calzada a lo largo del vial 1, vial 2, vial 3, vial 4, vial 5, vial 6 y vial 7 de Pinoso (Alicante).

#### 1.6 REGLAMENTACION OBSERVADA.

Para la confección del presente Proyecto se ha tomado en consideración los siguientes Reglamentos y Normas vigentes:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, B.O.E. 224 de 18-09-02.

- 
- RD 1890/2008 REEAE y actualización de la Guía en edición de mayo de 2013 R1.1
  - Contenidos mínimos en proyectos (Orden de Consellería de Industria, Comercio y turismo de 17 de julio de 1989 D.O.G.V. de 13 -11-1989).
  - Contenido mínimo en proyectos (Orden de 13 de marzo de 2000, de la Consellería de Industria y Comercio por la que se modifican los anexos de la Orden de 17 de julio de 1989, D.O.G.V. 14-4-2000).
  - Contenido mínimo en proyectos (Orden de 12 de febrero de 2001, de la Consellería de Industria, Comercio y Turismo por la que se modifica la de 13 de marzo de 2000, sobre contenidos mínimos en proyectos de Industrias e Instalaciones Industriales.
  - Resolución de 20 de junio de 2003, de la Dirección General de Industria y Energía, por la que se modifican los anexos de Ordenes de 17 de julio de 1989 de la Consellería de Industria, Comercio y Turismo y de 12 de febrero de 2001 de la Consellería de Industria y Comercio, sobre contenido mínimo en proyectos de Industrias e Instalaciones Industriales.
  - Resolución de 13 de marzo de 2004, de la Dirección General de Industria e Investigación Aplicada, por la que se modifican los anexos de la Ordenes de 17 de julio de 1989 de Consellería de Industria, Comercio y Turismo y 12 de febrero de 2001 de la Consellería de Industria y Comercio, sobre contenido mínimo en proyectos de Industrias e Instalaciones Industriales.
  - Norma Técnica para Instalaciones de Enlace en Edificios destinados preferentemente a viviendas (NTE-IEEV).Orden de Consellería de Industria, Comercio y Turismo de 26 de julio de 1989.
  - Orden de 15 de julio de 1994, de la Consellería de Industria, Comercio y Turismo, por la que se aprueba la Instrucción Técnica "Protección contra contactos Indirectos en Instalaciones de alumbrado público".
  - Ley 2/1989 de 3 de marzo de la Generalitat Valenciana de Impacto Ambiental.
  - Decreto 162/1990 de 15 de octubre del Consell de la Generalitat Valenciana por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989 de 3 de marzo de Impacto Ambiental.
  - Ley 3/1993 de 9 de diciembre de las Cortes Valencianas (Ley Forestal).
  - Reglamento de Acometidas Eléctricas (Aprobado por Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre).
  - Ordenanzas Municipales y condicionados impuestos por organismos públicos afectados.
  - Normas UNE de obligado cumplimiento.

## 1.7 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

Las instalaciones a ejecutar son las de alimentación de puntos de luz para alumbrado público.

Las distintas partes de las que se componen las instalaciones son:

- 1 Acometida desde la red pública de i-DE a CGP.
- 1 Línea general de alimentación, desde CGP, a cuadro de protección y medida.
- 1 Equipo de medida directa hasta 50kW tipo 4 en armario normalizado CPM3-D4.
- 1 Derivación individual con conductor RZ1-K 0,6/1 kV 4x16 mm<sup>2</sup> cobre.
- 1 Cuadro de mandos en armario de intemperie.
- 4 circuitos con un total de 1260 m.l. de canalización con tubo PE M90 450 N, traslado a vertedero de sobrantes, relleno con zahorras compactadas, reposición de aglomerado, cinta de señalización y limpieza final.
- 1260 ml de conductor RV-K 0,6/1 kV 4x6 mm<sup>2</sup>.
- 1260 ml de conductor H07V 1x16 mm<sup>2</sup>.

- 32 luminarias led de 90 W con programación de reducción de flujo autónomo a las cuatro horas del encendido.
- 9 luminarias led de 56 W con programación de reducción de flujo autónomo a las cuatro horas del encendido.
- 41 cimentaciones de columnas con pernos M22/700 en acero galvanizado.
- 41 Instalaciones en el interior de las columnas con manguera de 3x2,5 mm<sup>2</sup> y caja fusibles IP44.
- El tiempo de ejecución de la obra será de tres meses a partir de la firma del acta de replanteo de la obra.

### 1.7.1 GENERALIDADES.

Las nuevas redes de alimentación se canalizaran en modo de instalación enterrada con tubo PE M90/450 N y una línea por tubo.

En el frente de fachada de la parcela se situará el cuadro de mandos de todos los circuitos del polígono. Este cuadro de mandos (CM) se colocará en el interior de un armario de intemperie con serigrafía de riesgo eléctrico.

Debido a que la previsión de carga no supera los 50 kW en la previsión de la medida se tomará como medida directa.

### 1.7.2 TRAZADO.

Las líneas se inician en el cuadro de mandos y finalizan en las columnas de alumbrado en canalización empotrada en acera y cruce de calles.

### 1.7.3 POTENCIA TOTAL INSTALADA.

Todas las luminarias son de led con reductor de flujo autónomo al 50% a las 4 horas.

CIRCUITO	LUMINARIAS	POTENCIA LUMINARIA	TOTAL W
1	10	90	900
2	9	90	810
3	7	90	
	3	56	798
4	6	90	
	6	56	876
<b>POTENCIA TOTAL</b>			<b>3384</b>

*Tabla 1. Potencia instalada por circuitos y potencia total.*

#### 1.7.3.1 POTENCIA TOTAL DEMANDADA

Para la determinación de la potencia total demandada, tendremos en cuenta:

- La potencia total instalada.
- El coeficiente de simultaneidad de la instalación que se estimará en un 100%.



---

La potencia total demandada será la instalada de 3384 W (No hay lámparas de descarga).

### 1.7.3.2 POTENCIA TOTAL ADMISIBLE

Será aquella que pueda soportar el elemento más débil de la instalación sin sufrir ningún tipo de deterioro y además esté de acuerdo con los límites de seguridad que establece la normativa vigente.

El elemento más débil de la instalación será el magnetotérmico de corte general que será de 25 A.

$$P = \sqrt{3} * U * I * \cos\varphi = 17320 W$$

La máxima potencia disponible será para  $\cos\varphi = 1$ .

### 1.7.4 DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES DE ENLACE.

Estas instalaciones comprenden el ADS+CPM y la derivación individual.

#### 1.7.4.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Potencia disponible en BT. Luego no procede.

#### 1.7.4.2 CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDA.

La cgp y la medida se construirán en una sola envolvente compuesta por armario de seccionamiento ADS+equipo de medida directa para un contador trifásico en montaje de intemperie de hasta 63 A. La envolvente resultante será CPM3-D4

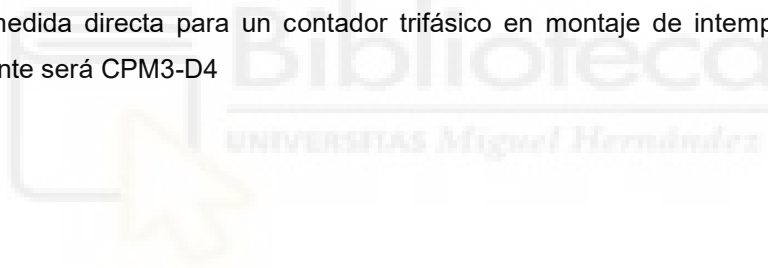




Figura 1. Conjunto de medida directa tipo 4. Detalle obtenido del catálogo de productos CLAVED.

#### 1.7.4.3 LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA).

En el conjunto ADS+CPM no existe línea general de alimentación (LGA)

#### 1.7.4.4 DERIVACIÓN INDIVIDUAL.

Las condiciones de instalación serán enterradas bajo tubo D1.

Estará compuesta por 6 m de conductor RZ1-K 0,6/1 kV 4x16 mm<sup>2</sup>.

#### 1.7.4.5 PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra se efectuará mediante picas de puesta a tierra cada 5 luminarias y siempre en la primera y la última.

Estas picas de puesta a tierra, de 1,5 m de longitud, estarán unidas por conductor H07V de 1x16 mm<sup>2</sup> canalizado en el interior del tubo de alimentación. El conductor de protección que une el soporte con la red de puesta a tierra será de cable unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, con cubierta de color amarillo-verde de 16 mm<sup>2</sup> de cobre.

---

Los conductores de protección de todos los circuitos se unirán en el cuadro de mandos.

### 1.7.5 CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

- Según ITC-BT-09, esta instalación está calificada como **instalaciones de alumbrado exterior**.
- según Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior está **clasificada** por ser su potencia instalada superior a 1 kW. **Se clasificará como alumbrado vial funcional de baja velocidad**.

#### 1.7.5.1 LOCALES ADYACENTES.

No hay locales adyacentes.

### 1.7.6 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN.

Desde el cuadro general de protección partirán las líneas de alimentación de los puntos de luz y control. Estas líneas estarán protegidas individualmente, con corte, omnipolar, en este cuadro, tanto contra sobretensiones como contra corrientes de defecto a tierra y sobretensiones. La intensidad de defecto umbral de desconexión de los interruptores diferenciales será de 300 mA y la resistencia de puesta a tierra será como máximo de  $30 \Omega$ .

La puesta en marcha se accionará mediante reloj astronómico.

La reducción del nivel de flujo se accionará de forma autónoma en cada luminaria a las 4 h desde el encendido.

El sistema dispondrá de puesta en marcha manual independiente del reloj astronómico.

Cerca de cada uno de los dispositivos de corte y protección se colocará una placa indicadora del circuito a que pertenecen.

#### El cuadro de mandos en su interior contiene:

- 1 armario 5 filas de carril DIN.
- Un interruptor automático magnetotérmico tripolar + neutro de 25 A. curva C 6 kA como interruptor general de corte.
- 1 repartidor 100 A.
- 4 x (Un interruptor automático magnetotérmico tripolar + neutro de 16 A. curva C 6 kA, un diferencial tripolar + neutro de 25 A/300 mA como protección de fugas y corrientes de defecto, 1 contactor tripolar 25 A y 3 magnetotérmico 1x10 A (para ejecución de maniobra de potencia del circuito).
  - Un interruptor automático magnetotérmico unipolar +neutro de 10 A. curva C6 KA y un diferencial unipolar + neutro de 25 A/30mA para maniobra.
- 1 interruptor manual para los contactores de potencia
- 1 reloj astronómico doble circuito.

### 1.7.7 CUADROS SECUNDARIOS Y PARCIALES.

No hay en la presente instalación.

### 1.7.8 LINEAS DE DISTRIBUCIÓN Y CANALIZACIÓN.

Todas las líneas irán por acera y se efectuarán cruces de calzada en perpendicular, con arqueta a ambos lados.

#### 1.7.8.1 SISTEMA DE INSTALACIÓN ELEGIDO.

El modo de instalación será **conductores aislados en el interior de tubos protectores enterrados (D1)**. Las canalizaciones serán tubos enterrados, según UNE-EN 50086 -2-4, de  $\varnothing$  90 mm., de resistencia a la compresión mínima de 450 N, enterrados en zanja a una profundidad mínima de 50 cm., en cuna de arena, y conductor unipolar de cobre RV 0,6/1 KV de 4 x 1 x 6 mm<sup>2</sup> para la alimentación de las luminarias y conductor H07V 16 mm<sup>2</sup> para la puesta a tierra. Ver plano de detalle.

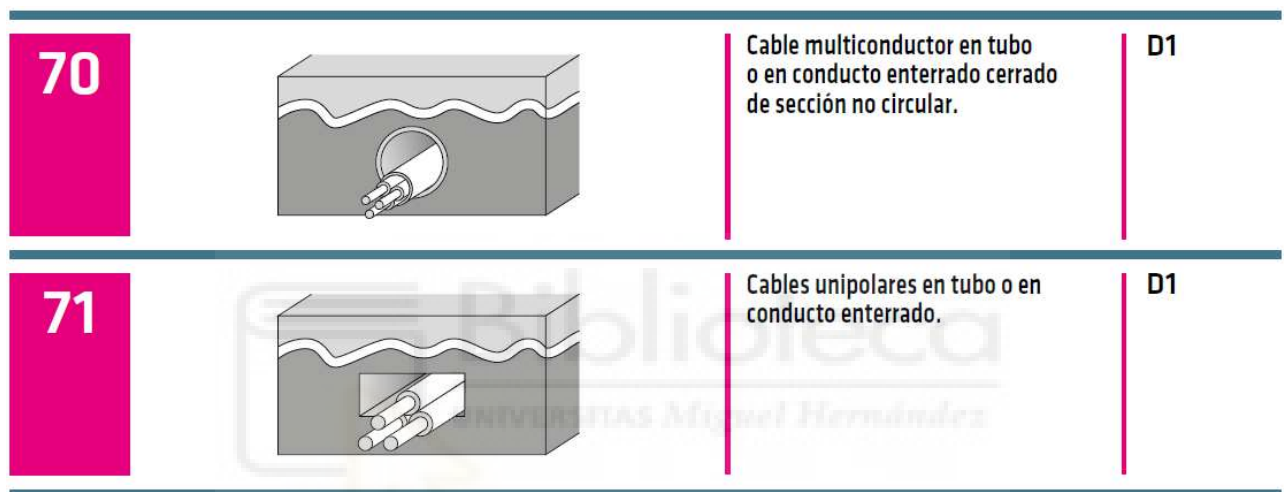


Figura 2. Método de instalación D1 de norma UNE HD 60364-5-52:2014. Ilustración de catálogo Prysmian.

Las características mínimas del tubo serán:

CARACTERÍSTICA	CODIGO	GRADO
Resistencia a la compresión	NA	450 N
Resistencia al impacto	NA	Normal
Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
Resistencia al curvado	1-2-3-4	
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	$D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	3	Agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 2. Características mínimas del tubo según UNE-EN 50086-2-4.

### 1.7.8.2 NÚMERO DE CIRCUITOS.

Para la alimentación del total de las luminarias se construirán cuatro circuitos independientes.

- **Circuito 1, vial 2 y parte del vial 3:** 10 luminarias led de 90 W sobre columna recta de 10 m. de altura. Potencia total de 900 W y longitud total de 269 m con una interdistancia de 27 m. La canalización será en acera con cruce del vial 5.
- **Circuito 2, parte del vial 3 y vial 4:** 9 luminarias led de 90 W sobre columna recta de 10 m. de altura. Potencia total de 810 W y longitud total de 275 m con una interdistancia de 27 m. La canalización será en acera con cruce del vial 6 y 7.
- **Circuito 3, parte del vial 1 y vial 5:** 7 luminarias led de 90 W sobre columna recta de 10 m de altura a una interdistancia de 27 m y 3 luminarias led de 56 W sobre columna recta de 8 m a una interdistancia de 21 m. Potencia total de 798 W y longitud total de 320 m. La canalización será en acera con cruce del vial 5.
- **Circuito 4, parte del vial 1, vial 6 y vial 7:** 6 luminarias led de 90 W sobre columna recta de 10 m de altura a una interdistancia de 27 m y 6 luminarias led de 56 W sobre columna recta de 8 m a una interdistancia de 21 m. Potencia total de 876 W y longitud total de 396 m. La canalización será en acera con cruce del vial 6 y 7.

### 1.7.9 CIMENTACIÓN DE LAS COLUMNAS.

Las dimensiones A y B del dado de cimentación y la longitud del perno de anclaje se determinará en función de la altura del punto de luz. Para las luminarias a 10 m de altura usaremos una configuración de 0,9x0,9x1,2 y para las de 8 m utilizaremos una de 0,7x0,7x1

Ver plano de detalle

### 1.7.10 INSTALACIÓN EN EL INTERIOR DE LAS COLUMNAS.

En la instalación eléctrica del interior de las columnas se tendrá en cuenta:

- Los conductores serán aislados 0,6 / 1 kV.
- La sección será de 3x 2,5 mm<sup>2</sup> en formación de manguera.
- Conductor 2,5 mm<sup>2</sup> de color amarillo-verde para la conexión de puesta a tierra de la luminaria al soporte.(o incluido en la manguera)
- los conductores no tendrán empalmes en el interior de las columnas.
- En los puntos de entrada, los conductores tendrán una protección suplementaria de material aislante.
- La conexión a los terminales estará hecha de forma que no ejerzan sobre los conductores esfuerzos de tracción.
- Se dispondrá base portafusibles IP 44 con acceso desde la puerta de la columna.

### 1.7.11 DESCRIPCIÓN DE LA LUMINARIA

Según ITC-BT-43 la luminaria elegida se clasifica, en lo relativo a la protección contra los choques eléctricos, como **clase I**

- Previstos medios de conexión a tierra.
- Conexión a la toma de protección

La luminaria será cerrada, apta para una lámpara led y su equipo eléctrico de doble nivel autónomo. Llevará incorporado el equipo de limitación de intensidad y el de factor de potencia hasta un  $\cos \varphi \geq 0,98$ .

El conjunto estará montado sobre columna de chapa de acero del tipo A-37b según norma UNE 36-080-73 de 12/4 m y 3 mm de espesor de chapa.

Presentará una superficie continua y exenta de imperfecciones, manchas, bultos y ampollas.

Estará galvanizada en caliente con peso mínimo de 520 mg / cm<sup>2</sup> de cinc.

Irà provista de puerta de registro a una altura mínima de 30 cm. del suelo con mecanismo de cierre.

La sujeción a la cimentación se hará mediante placa de base a la que se unirán los pernos anclados en la cimentación, mediante arandela y tuerca.

### 1.7.12 PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS INDIRECTOS.

El sistema de protección contra posibles contactos indirectos establecido en la presente instalación es de clase B, empleándose el sistema de puesta a tierra de las masas metálicas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.

Para ello se instalará un electrodo de tierra enterrado que se conectará a la columna en el soporte interior del registro del fuste de la columna.

La luminaria elegida es de **clase I**, por tanto, se conectará al punto de puesta a tierra del soporte mediante cable unipolar aislado de tensión nominal 450/750 V con cubierta de color amarillo-verde y sección mínima 2,5 mm<sup>2</sup> en cobre.

En coordinación con lo anterior se instalarán en el origen de la instalación interruptores automáticos diferenciales de alta sensibilidad (300 mA. de corriente de defecto).

Si la resistencia de toma de tierra alcanzase el valor de 80 Ohmios sería valor suficiente para el adecuado funcionamiento del relé diferencial, quien ante una corriente de fuga de 300 mA daría como máximo que una tensión de defecto alcanzase 24 V. Con lo que quedaría cubierta la posible aparición de zonas de óxido.

No obstante se prevé que la resistencia de la instalación no supere los 30 Ohmios.

### 1.7.13 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.

El sistema de protección contra posibles sobrecargas y cortocircuitos establecido en la presente instalación es la colocación, en el origen de cada circuito derivado, de interruptores automáticos magnetotérmicos de corte omipolar, los cuales coordinan una curva térmica para respuesta de las posibles sobrecargas con otra curva electromagnética para respuesta de los posibles cortocircuitos producidos en el circuito que mandan y protegen.

Estos interruptores magnetotérmicos se han elegido de acuerdo a las características de los conductores, sistema de instalación utilizado y potencias de los receptores.

El número, situación en el circuito y calibre de estos interruptores magnetotérmicos queda reflejado en memoria y esquema unifilar.

Cada punto de luz llevará una protección independiente contra sobrecargas y cortocircuitos mediante fusibles de 4 A en su base.

Cada luminaria llevará una protección contra sobretensiones transitorias de 10 kV y una protección contra sobrecargas permanentes de 250 V.

#### **1.7.14 IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES.**

Los conductores de la instalación se identificarán por el color de su capa exterior de aislamiento y responderá al siguiente código de colores:

- Azul claro: conductor neutro o de retorno.
- Amarillo - verde: Conductor de protección.
- Marrón, negro y gris: conductores de fase o activos.

Los conductores RV-K 0,6/1 KV se marcarán con cinta aislante de los correspondientes colores.

#### **1.7.15 SUMINISTROS COMPLEMENTARIOS.**

Esta instalación no precisa suministro complementario.

#### **1.7.16 ALUMBRADO ESPECIALES.**

Por las características de las instalaciones, así como por su uso, no se precisa de alumbrado especial.

#### **1.7.17 PUESTA A TIERRA.**

La puesta a tierra se efectuará mediante picas de puesta a tierra cada 5 luminarias y siempre en la primera y la última.

Estas picas de puesta a tierra estarán unidas por conductor aislado H07V 1x16 mm<sup>2</sup> canalizado en el interior del tubo. Se colocará en toda su longitud y se dejará un bucle de conductor en cada arqueta.

El conductor de protección que une el soporte con la red de puesta a tierra será de cable unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, con cubierta de color amarillo-verde de 16 mm<sup>2</sup> de cobre.

La luminaria elegida es de clase I, por tanto, se conectará al punto de puesta a tierra del soporte mediante cable unipolar aislado de tensión nominal 450/750 V con cubierta de color amarillo-verde y sección mínima 2,5 mm<sup>2</sup> en cobre.

##### **1.7.17.1 LINEAS PRINCIPALES DE TIERRA.**

Las líneas principales de tierra estarán formadas por conductores que partirán del punto de puesta a tierra y a las cuales estarán conectadas las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de las masas metálicas generalmente a través de los conductores de protección.

El conductor de protección que une el soporte con la red de puesta a tierra será de cable unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, con cubierta de color amarillo-verde de 16 mm<sup>2</sup> de cobre.

##### **1.7.17.2 DERIVACIÓN DE LA LINEA PRINCIPAL DE PUESTA A TIERRA**



Las derivaciones de las líneas de tierra estarán constituidas por conductores que unirán la línea principal de tierra con los conductores de protección o directamente con las masas metálicas.

#### 1.7.17.3 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.

En el circuito de puesta a tierra, los conductores de protección unirán las masas metálicas a la línea principal de tierra.

#### 1.7.17.4 RED EQUIPOTENCIAL.

La puesta a tierra consiste en conductor aislado de cobre enterrado en la canalización y recorriéndola en toda su longitud, por tanto termina siendo a la vez una equipotencialidad de la instalación

#### 1.7.18 CONDUCTORES.

Se utilizarán cables con aislamiento de dieléctrico seco:

- conductor	cobre
- Sección fase	6 mm <sup>2</sup>
- Sección neutro	6 mm <sup>2</sup>
- Aislamiento	(XLPE) Seco termoestable de polietileno reticulado.
- cubierta	(V) PVC
- Tensión nominal	0,6/1kV.
- flexible	K flexible para uso fijo
- Denominación	RV-K 0,6/1kV.

Los conductores a emplear en las líneas responderán a la denominación **RV-K 0,6/1 kV 4x6 mm<sup>2</sup>**.

Todas las líneas serán de cuatro conductores, tres para las fases y uno para el neutro.

En casos especiales, los conductores utilizados estarán debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y esfuerzos mecánicos a que puedan estar sometidos.

Las conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

Las derivaciones a estas redes serán realizadas desde las columnas. No se admiten derivaciones en T

La distribución se realizará en sistema trifásico a las tensiones de 400 voltios entre fases y 230 voltios entre fase y neutro.

Las líneas serán de sección constante en toda su longitud.

Para la elección de un cable se deben tener en cuenta, en general, cuatro factores principales cuya importancia difiere en cada caso.

Dichos factores son:

- Tensión de la red y su régimen de explotación.
- Intensidad a transportar en determinadas condiciones de instalación.
- Caídas de tensión en régimen de carga máxima prevista.
- Intensidad y tiempo de cortocircuito.

Para justificar la sección de los conductores se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Intensidad máxima admisible por el cable en sobrecarga y cortocircuito, según el tipo de instalación.
- b) Caída de tensión.

La elección de la sección del cable a adoptar está supeditada a la capacidad máxima del mismo y a la caída de tensión admisible, que no deberá exceder del 3%.

Para la elección entre los distintos tipos de líneas desde el punto de vista de la sección de los conductores, aparte de las limitaciones de potencia máxima a transportar y de caída de tensión, que se fijan en cada uno, es conveniente realizar un estudio técnico-económico desde el punto de vista de pérdida, por si quedara justificado con el mismo la utilización de una sección superior a la determinada por los conceptos anteriormente citados.

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 las intensidades máximas o en los datos suministrados por el fabricante, la intensidad nominal de los fusibles y el tipo de canalización con sus factores de corrección.

#### 1.7.19 EQUIPOS DE MEDIDA.

El equipo de medida elegido es CPM con contador trifásico de lectura directa tipo 4, lo que permite una contratación de potencia de hasta 50 kW en tarifa 3.0 A.

### 1.8 REGLAMENTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR.

El RD 1890/2008 tiene por objeto establecer las condiciones técnicas de diseño, ejecución y mantenimiento que deben reunir las instalaciones de alumbrado exterior.

Según artículo 2. Ámbito de aplicación, este reglamento se aplicará a las instalaciones de más de 1 kW de potencia instalada.

La presente instalación tiene una potencia instalada de 3,384 kW, luego le es de aplicación el citado reglamento.

La eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior se calculará mediante la fórmula:

$$\varepsilon = \frac{S \cdot Em}{P} \quad \text{ITC-EA-01}$$

El índice de eficiencia energética se calculará mediante la fórmula:

$$I\varepsilon = \frac{\varepsilon}{\varepsilon R} \quad \text{ITC-EA-01}$$

La clasificación de la vía, la clase de alumbrado y los niveles de iluminación se tomarán de ITC-EA-02

La contaminación luminosa, la clasificación de la zona y los límites impuestos al flujo hemisférico superior se tomarán de ITC-EA-03.

El rendimiento de las luminarias, lámparas, el consumo máximo de los equipos auxiliares y la regulación del nivel luminoso se tomarán de ITC-EA-04.

El contenido mínimo del proyecto de un alumbrado exterior se tomará de ITC-EA-05.

El mantenimiento de la eficiencia de un alumbrado exterior se tomará de ITC-EA-06.

Para las mediciones luminotécnicas de las instalaciones de alumbrado exterior se seguirá la ITC-EA-07.

**1.8.1 RESUMEN DE REAL DECRETO 1890/2008**

El alumbrado exterior se realizará en un polígono industrial con tráfico de velocidad muy reducida, con peatones, ciclistas y vehículos aparcados

**RESUMEN DE ITC-EA-01/07**
**INSTALACIÓN DE ALUMBRADO EXTERIOR:**

POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO vial 1-2-3 y 4

Uso de la instalación		ALUMBRADO VIAL FUNCIONAL			
<b>Tipo de Vía</b>	<b>Situación del Proyecto</b>	<b>Clase de Alumbrado</b>			
D baja velocidad $5 < V \leq 30$	D3-D4 Zonas de velocidad muy limitada	S1-15 lx			
<b>Uniformidad global &gt;0,4</b>	<b>Uniformidad Longitudinal &gt;0,5</b>	<b>Incremento Umbral T1 &lt; 15 %</b>			
0,885		<			
<b>Disposición espacial</b>	<b>Nº Carriles</b>	<b>Ancho del Carril (m)</b>	<b>Interdistancia</b>		
UNILATERAL	1	10	27		
<b>Contaminación luminosa/Flujo Hemisférico Superior</b>					
<b>Clasificación de Zona</b>	<b>FHS Instalado Límite <math>\leq 15</math> (%)</b>	<b>Altura del punto de luz m.</b>	<b>Brazo saliente m.</b>		
E3	< 1	10	0,0		
<b>Luminarias Utilizadas</b>	<b>Lámpara</b>	<b>Potencia Activa(W)</b>	<b>Flujo (lm)</b>	<b>Eficiencia (lm/W)</b>	<b>Rendimiento D(<math>\geq 65</math>%)</b>
BGP 283 PHILIPS	LED	90	15000	166	0,86
<b>Factor de Mantenimiento de la Instalación</b>					
<b>Tipo de lámpara</b>	<b>Periodo de funcionamiento en horas</b>	<b>Intervalo de limpieza</b>	<b>Grado de protección del sistema óptico</b>	<b>Grado de Contaminación</b>	
LED	100000	3 AÑOS	IP 6X	BAJO	
<b>FDL</b>	<b>FSL</b>	<b>FDLU</b>		<b>FM</b>	
				0,9	
<b>Superficie a Iluminar (m<sup>2</sup>)</b>	10 000	<b>Índice de Eficiencia Energética (IE) Alumbrado Vial Funcional:</b>			2,29 > 1,1
<b>Luminancia en Servicio (cd/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Flujo Instalado (klm):</b>			480
<b>Iluminancia Media en Servicio (lux)</b>	15,16	<b>Potencia total instalada (W)</b>			2 880
<b>Potencia Activa Instalada (W)</b>	2 823	<b>Eficiencia Energética de Referencia ER</b>			23
<b>Eficiencia energética mínima para <math>\leq 15</math> lx</b>					15
<b>Eficiencia Energética de la Instalación</b>	52,64	<b>Calificación Energética Alumbrado Vial Funcional:</b>			<b>A</b>

Tabla 3. Resumen ITC-EA-01/07, viales 1-2-3-4.

**La calificación energética de los viales 1-2-3-4 es muy eficiente.**

**RESUMEN DE ITC-EA-01/07**
**INSTALACIÓN DE ALUMBRADO EXTERIOR:**

POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO vial 5-6-7

Uso de la instalación		ALUMBRADO VIAL FUNCIONAL			
Tipo de Vía	Situación del Proyecto	Clase de Alumbrado			
D baja velocidad $5 < V \leq 30$	D3-D4 Zonas de velocidad muy limitada	S1-15 lx			
Uniformidad global $>0,4$	Uniformidad Longitudinal $>0,5$	Incremento Umbral T1 $<15\%$			
0,898		<			
Disposición espacial	Nº Carriles	Ancho del Carril (m)	Interdistancia		
UNILATERAL	1	8	21		
Contaminación luminosa/Flujo Hemisférico Superior					
Clasificación de Zona	FHS Instalado Límite $\leq 15\%$	Altura del punto de luz m.	Brazo saliente m.		
E3	<1	8	0,0		
Luminarias Utilizadas	Lámpara	Potencia Activa(W)	Flujo (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento D( $\geq 65\%$ )
BGP 282 PHILIPS	LED	56	9000	160	86
Factor de Mantenimiento de la Instalación					
Tipo de lámpara	Periodo de funcionamiento en horas	Intervalo de limpieza	Grado de protección del sistema óptico	Grado de Contaminación	
LED	100000	3 AÑOS	IP 6X	BAJO	
FDL		FSL		FDLU	
				FM	
				0,9	
Superficie a Iluminar (m <sup>2</sup> )		1 134	Índice de Eficiencia Energética (IE) Alumbrado Vial Funcional:		1,47 > 1,1
Luminancia en Servicio (cd/m <sup>2</sup> )			Flujo Instalado (klm):		81
Iluminancia Media en Servicio (lux)		15,05	Potencia total instalada (W)		504
Potencia Activa Instalada (W)		494	Eficiencia Energética de Referencia ER		23
Eficiencia energética mínima para $\leq 15$ lx					15
Eficiencia Energética de la Instalación		33,86	Calificación Energética Alumbrado Vial Funcional:		<b>A</b>

Tabla 4. Resumen ITC-EA-01/07, viales 5-6-7.

La calificación energética de los viales 5-6-7 es muy eficiente.

**1.8.2 CLASE DE ALUMBRADO Y NIVEL DE ILUMINACION**

Los datos base de cálculo son los siguientes.

**Vial 1-2-3 y 4:**

Clasificación de la zona por contaminación luminosa (EA03): E3 (áreas de brillo o luminosidad media)

Valor límite del flujo hemisférico superior (FHS):  $\leq 15\%$

Disposición: Unilateral.

Interdistancia: 27 m.

Altura del punto de luz: 10 m.

Anchura calzada: 10 m.

Potencia de la lámpara: 90 W

Tecnología: led

Por la velocidad del tráfico rodado se considera una clasificación de la vía (EA02): tipo D (baja velocidad).

Clase de alumbrado: D3-D4

Serie de alumbrado: S1

Iluminancia media: 15 lx

Iluminancia mínima: 5 lx.

### Vial 5-6 y 7:

Clasificación de la zona por contaminación luminosa (EA03): E3 (áreas de brillo o luminosidad media)

Valor límite del flujo hemisférico superior (FHS):  $\leq 15\%$

Disposición: Unilateral.

Interdistancia: 21 m.

Altura del punto de luz: 8 m.

Anchura calzada: 6 m.

Potencia de la lámpara: 56 W

Tecnología: led

Por la velocidad del tráfico rodado se considera una clasificación de la vía (EA02): tipo D (baja velocidad).

Clase de alumbrado: D3-D4

Serie de alumbrado: S1

Iluminancia media: 15 lx

Iluminancia mínima: 5 lx.

Al objeto de ahorrar energía se variará temporalmente la clase de alumbrado a otra de inferior nivel a partir de las cuatro horas desde el encendido y hasta el orto. Se cumplirá también la uniformidad.

Para ello se colocarán equipos de doble nivel de iluminación autónomos. En el nivel mínimo la iluminación se reduce al 50%.

Para el cálculo se utilizará el programa informático DIALUX.

### 1.8.3 SOLUCION ADOPTADA

Para la iluminación de la zona se emplearán luminarias modelo BGP283 de PHILIPS con lámparas de 90 W (viales 1-2-3 y 4) sobre columna de 10 m y luminarias BGP282 de PHILIPS con lámparas de 56 W (viales 5-6 y 7) sobre columna recta de 8 m de altura.

Elche, Septiembre de 2020

El autor del proyecto

Fdo. Jerónimo Benito Crouseilles

## CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

### 2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

#### 2.1 TENSION NOMINAL Y CAIDA DE TENSION MAXIMA ADMISIBLE.

La presente instalación estará alimentada con corriente alterna trifásica, con tres fases y conductor neutro, a la frecuencia normalizada de 50 Hz. y su tensión nominal será de 400 V entre fases y 230 V medidos entre una fase y neutro. Según RBT. Artículo 4

Las caídas de tensión máximas admisibles serán del 5%

#### 2.2 FORMULAS UTILIZADAS.

Las fórmulas y abreviaturas utilizadas son las siguientes:

##### INTENSIDAD

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} \quad \text{en red trifásica. (I}_B\text{)}$$

$$I = \frac{P}{V \times \cos\varphi} \quad \text{en red monofásica.}$$

##### SOBRECARGAS

Las características de un dispositivo que proteja una canalización contra sobrecargas deben satisfacer las dos condiciones siguientes:

1.  $I_B \leq I_N \leq I_Z$
2.  $I_Z \leq 1,45 I_Z$

$I_Z$ : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección.

- magnetotérmicos: es la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional de  $1h < 63 A$ .  $2h > 63 A$

$$I_F = 1,45 I_N$$

$$1,45 I_N \leq 1,45 I_z$$

$$I_N \leq I_z$$

- fusible gl: es la intensidad de fusión en el tiempo convencional de 5 s.

$$I_F = 1,6 I_N$$

$$1,6 I_N \leq 1,45 I_z$$

$$I_N \leq 0,91 I_z$$

## INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

La intensidad de cortocircuito está limitada por la impedancia del circuito hasta el punto de cortocircuito.

El cortocircuito se supone franco.

La influencia de la impedancia de la red supone una caída de tensión del 20%.

La intensidad de cortocircuito más desfavorable será la de cortocircuito franco fase-neutro y su valor máximo aparecerá en el origen del circuito y su valor mínimo en el extremo.

$$ICC = 0,8 \frac{V}{R}$$

## CAIDA DE TENSION

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

$$e = \frac{PL}{\gamma SU} \quad \text{en \% y kW tendremos} \quad C\% = \frac{100}{U} \cdot 1000 \frac{WL}{\gamma SU} \quad \text{en red trifásica.}$$

$$C\% = \frac{10^5}{U^2 \cdot \gamma} * \frac{W \cdot L}{S} \quad \text{en red trifásica.}$$

$$e = \frac{2PL}{\gamma SU} \quad \text{en \% y kW tendremos} \quad C\% = \frac{100}{U} \cdot 1000 \frac{2WL}{\gamma SU} \quad \text{en red monofásica.}$$

$$C\% = \frac{2 \cdot 10^5}{U^2 \cdot \gamma} * \frac{W \cdot L}{S} \quad \text{en red monofásica.}$$

e = caída de tensión unitaria.

P = potencia en vatios.

W: Potencia en kW.

L: Longitud del circuito en m.

U: Tensión de alimentación, 230 V en monofásica y 400 V en trifásica. Según REBT-artículo 4, apartado 2b.

S: Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

C: Caída de tensión en %.

$\gamma_p = 58$ . Conductividad del cobre puro 100% a 20 °C.

$\gamma$ : 52 Conductividad del cobre al 98 % de pureza a la temperatura de servicio para aplicaciones eléctricas.



$\alpha_{cu}$  = coeficiente de variación con la temperatura de la conductividad del cobre =  $0,00393 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .

Para calcular la resistividad de un conductor de cobre a cualquier temperatura usaremos la expresión:

$$\rho_{cuT} = \rho_{cu20} (1 + \alpha_{cu} (T - 20))$$

La relación entre conductividad y resistividad es:

$$\gamma = 1/\rho$$

Se efectuarán los cálculos para una temperatura del conductor de  $40 \text{ } ^\circ\text{C}$ .  $\gamma_{cu} = 52$ .

Temperatura del terreno  $25 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

$$C\% = 0,0120 \frac{WL}{S} \quad \text{conductor de cobre en trifásica a } 400 \text{ V.}$$

$$C\% = 0,0727 \frac{WL}{S} \quad \text{conductor de cobre en red monofásica a } 230 \text{ V.}$$

## 2.3 CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS

LINEA 1 = LINEA 2 = LINEA 3 = LINEA 4

CONDUCTOR: RV-K 0,6/1 kV 4x6 mm<sup>2</sup> cu. Según RBT 2002 apartado 5.2.1 la sección mínima a emplear en los conductores de los cables, incluido el neutro, será de 6 mm<sup>2</sup>

Dadas las potencias de los circuitos esta sección queda sobredimensionada. Luego los resultados de los cálculos son muy favorables.

MODO DE INSTALACIÓN.- (D1) **cables enterrados en zanja en el interior de tubos de plástico.**

### 2.3.1 DERIVACION INDIVIDUAL

Potencia instalada = 3 384 W

L = 6 m.

S = 16 mm<sup>2</sup>. RZ1-K 0,6 / 1 KV

Iz máxima admisible en el conductor = 75 A. (UNE HD 60364-5-52:2014)

In del fusible = 63 A.

C% máxima = 1

Icc admisible en el conductor = 966 A.

If del fusible de protección en 5 s = 300 A.

Cos  $\varphi$  = 0,90

**-INTENSIDAD (I<sub>B</sub>)**

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \text{Cos } \varphi} \quad \text{en red trifásica.}$$

POTENCIA W	TENSIÓN V	Cos $\varphi$	INTENSIDAD A
3384	400	0,9	5,4

Tabla 5. Cálculo de la intensidad en la derivación individual.

$I_B < I_Z$

Luego la sección elegida es válida por intensidad y sobrecargas.

#### -CAIDA DE TENSION

$C = 0,012 \frac{WL}{S}$  conductor de cobre en trifásica a 400 V.

POTENCIA kW	LONGITUD m	SECCIÓN mm <sup>2</sup>	C%
3,384	6	16	0,02

Tabla 6. Cálculo de la caída de tensión en la derivación individual.

La sección es válida por caída de tensión.

#### -CORTOCIRCUITO...

$I_{cc} = 966$  A.

$I_f = 300$  A.

$I_{cc} > I_f$

Luego la sección elegida es válida por cortocircuito.

### 2.3.2 LINEAS DE ALIMENTACION LUMINARIAS.

#### CUADRO DE MANDOS 1

Desde el cuadro de mandos partirán cuatro líneas trifásicas + neutro para la alimentación de los respectivos circuitos. Estos puntos de luz se irán conectando alternativamente a las respectivas fases.

#### CIRCUITO 1

Potencia instalada circuito 1 = 900 W

$W = 0,9$  kW.

$L = 269$  m       $L_m = 135$  m

$S = 6$  mm<sup>2</sup>. RV 0,6 / 1 KV

$\text{Cos } \varphi = 0,90$

Iz máxima admisible en el conductor = 44 (UNE HD 60364-5-52:2014)

In del magnetotérmico = 10 A C 6 KA

Tiempo de disparo de la protección para Iz máx. = 5 s.

POTENCIA W	TENSIÓN v	Cos	INTENSIDAD A
900	400	0,9	1,4

*Tabla 7. Cálculo de la intensidad en el circuito 1.*

Luego la sección elegida es válida por intensidad y sobrecargas.

### -CORTOCIRCUITO

$$I_{CC} = 0,8 \frac{V}{R}$$

$$I_{CC} = 0,8 \times V / 1,732 \times R = 0,8 \times V \times S / 1,73 \times \rho \times L$$

TENSIÓN v	SECCIÓN mm <sup>2</sup>	RESISTIVIDAD	LONGITUD m	I <sub>cc</sub> A
400	6	0,027	269	153

*Tabla 8. Cálculo del cortocircuito en el circuito 1.*

I<sub>cc</sub> admisible en el conductor = 362 A.

Tiempo máximo admisible del cortocircuito en la red.

$$t = \frac{K^2 \times S^2}{I_{cc}^2} \text{ segundos.}$$

K	SECCIÓN mm <sup>2</sup>	I <sub>cc</sub>	TIEMPO s
135	6	153	28

*Tabla 9. Cálculo del tiempo máximo de disparo del cortocircuito en el circuito 1.*

Tiempo de disparo de los relés magnéticos con curva tipo C y corriente  $\geq 10$  In.

$t < 0,1$  s

Luego la sección elegida es válida por cortocircuito.

### -CAIDA DE TENSION

C% máxima = 3% máxima admisible

$C = 0,012 \frac{WL}{S}$  conductor de cobre en trifásica a 400 V.

La caída de tensión será:

POTENCIA W	LONGITUD media	SECCIÓN	C%
900	135	6	0,2

Tabla 10. Cálculo de la caída de tensión en el circuito 1.

**La sección es válida por caída de tensión.**

## CIRCUITO 2

Potencia instalada circuito 2= 810 W

W =0,81 kW

L = 275 m      Lm = 138 m

S = 6 mm<sup>2</sup>. RV 0,6 / 1 KV

Cos  $\varphi$  = 0,90

Iz máxima admisible en el conductor = 44. (UNE HD 60364-5-52:2014)

In del magnetotérmico = 10 A C 6 KA

Tiempo de disparo de la protección para Iz máx. = 5 s

POTENCIA W	TENSIÓN V	Cos	INTENSIDAD A
810	400	0,9	1,3

Tabla 11. Cálculo de la intensidad en el circuito 2.

**Luego la sección elegida es válida por intensidad y sobrecargas.**

## -CORTOCIRCUITO

$$ICC = 0,8 \frac{V}{R}$$

$$ICC = 0,8 \times V / 1,732 \times R = 0,8 \times V \times S / 1,73 \times \rho \times L$$

V	SECCIÓN mm <sup>2</sup>	RESISTIVIDAD	LONGITUD m	Icc A
400	6	0,027	275	149

Tabla 12. Cálculo del cortocircuito en el circuito 2.

Icc admisible en el conductor = 362 A.

Tiempo máximo admisible del cortocircuito en la red.

$$t = \frac{K^2 x S^2}{I_{cc}^2} \text{ segundos.}$$

K	SECCIÓN mm2	I <sub>cc</sub>	TIEMPO s
135	6	149	30

Tabla 13. Cálculo del tiempo máximo de disparo del cortocircuito en el circuito 2.

Tiempo de disparo de los relés magnéticos con curva tipo C y corriente  $\geq 10 I_n$ .

$$t < 0,1 \text{ s}$$

**Luego la sección elegida es válida por cortocircuito.**

### -CAIDA DE TENSION

C% máxima admisible = 3%

$$C = 0,012 \frac{WL}{S} \text{ conductor de cobre en trifásica a 400 V.}$$

La caída de tensión será:

POTENCIA W	LONGITUD media	SECCIÓN	C%
810	138	6	0,2

Tabla 14. Cálculo de la caída de tensión en el circuito 2.

**La sección es válida por caída de tensión.**

### CIRCUITO 3

Potencia instalada circuito 3 = 798 W

W = 0,798 kW.

L = 320 m      Lm = 160 m

S = 6 mm<sup>2</sup>. RV 0,6 / 1 KV

Cos  $\varphi$  = 0,90

Iz máxima admisible en el conductor = 44. (UNE HD 60364-5-52:2014)

In del magnetotérmico = 10 A C 6 KA

Tiempo de disparo de la protección para Iz máx. = 5 s

POTENCIA W	TENSIÓN V	Cos	INTENSIDAD A
798	400	0,9	1

Tabla 15. Cálculo de la intensidad en el circuito 3.

Luego la sección elegida es válida por intensidad y sobrecargas.

#### -CORTOCIRCUITO

$$ICC = 0,8 \frac{V}{R}$$

$$ICC = 0,8 \times V / 1,732 \times R = 0,8 \times V \times S / 1,73 \times \rho \times L$$

TENSIÓN V	SECCIÓN mm2	RESISTIVIDAD	LONGITUD m	Icc A
400	6	0,027	320	128

Tabla 16. Cálculo del cortocircuito en el circuito 3.

Icc admisible en el conductor = 362 A.

Tiempo máximo admisible del cortocircuito en la red.

$$t = \frac{K^2 \times S^2}{I_{cc}^2} \text{ segundos.}$$

K	SECCIÓN mm2	Icc	TIEMPO s
135	6	128	40

Tabla 17. Cálculo del tiempo máximo de disparo del cortocircuito en el circuito 3.

Tiempo de disparo de los relés magnéticos con curva tipo C y corriente  $\geq 10 I_n$ .

$$t < 0,1 \text{ s}$$

Luego la sección elegida es válida por cortocircuito.

#### -CAIDA DE TENSION

C% máxima admisible = 3%

$$C = 0,012 \frac{WL}{S} \text{ conductor de cobre en trifásica a 400 V.}$$

La caída de tensión será:

POTENCIA W	LONGITUD media	SECCIÓN	C%
810	160	6	0,3

Tabla 18. Cálculo de la caída de tensión en el circuito 3.

**La sección es válida por caída de tensión.**

#### CIRCUITO 4

Potencia instalada circuito 4 = 876 W

W = 0,876 kW.

L = 396 m.

S = 6 mm<sup>2</sup>. RV 0,6 / 1 KV

Cos  $\varphi$  = 0,90

Iz máxima admisible en el conductor = 44 (UNE HD 60364-5-52:2014)

In del magnetotérmico = 10 A C 6 KA

Tiempo de disparo de la protección para Iz máx. = 5 s

POTENCIA W	TENSIÓN V	Cos	INTENSIDAD A
876	400	0,9	1

Tabla 19. Cálculo de la intensidad en el circuito 4.

**Luego la sección elegida es válida por intensidad y sobrecargas.**

#### -CORTOCIRCUITO

$$ICC = 0,8 \frac{V}{R}$$

$$ICC = 0,8 \times V / 1,732 \times R = 0,8 \times V \times S / 1,73 \times \rho \times L$$

TENSIÓN V	SECCIÓN mm2	RESISTIVIDAD	LONGITUD m	Icc A
400	6	0,027	396	104

Tabla 20. Cálculo del cortocircuito en el circuito 4.

Icc admisible en el conductor = 362 A.

Tiempo máximo admisible del cortocircuito en la red.

$$t = \frac{K^2 \times S^2}{I_{cc}^2} \text{ segundos.}$$



K	SECCIÓN mm <sup>2</sup>	I <sub>cc</sub>	TIEMPO s
135	6	104	61

Tabla 21. Cálculo del tiempo máximo de disparo del cortocircuito en el circuito 4.

Tiempo de disparo de los relés magnéticos con curva tipo C y corriente  $\geq 10 I_n$ .

$$t < 0,1 \text{ s}$$

**Luego la sección elegida es válida por cortocircuito.**

#### -CAIDA DE TENSION

C% máxima admisible = 3%

$$C = 0,012 \frac{WL}{S} \quad \text{conductor de cobre en trifásica a 400 V.}$$

La caída de tensión será:

POTENCIA W	LONGITUD media	SECCIÓN	C%
876	198	6	0,3

Tabla 22. Cálculo de la caída de tensión en el circuito 4.

**La sección es válida por caída de tensión.**

#### 2.4 CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA.

Para el cálculo de la puesta a tierra de la presente instalación tendremos en cuenta lo establecido en la Instrucción ITC-BT-18.

Naturaleza del terreno  $\rho = 150 \Omega \cdot \text{m}$ .

Electrodo = picas de 1,5 m.

Resistencia de puesta a tierra con electrodo de pica vertical =  $\rho / L$  (longitud total del electrodo).

**CUADRO DE MANDOS 1:14 Picas. R = 8  $\Omega$**

$$R = \frac{150}{14 \times 1,5} = 8 \text{ Ohmios}$$

**Luego la resistencia total de la instalación es inferior a la exigida en la ITC-BT-09 que son 30 Ohmios.**

## 2.5 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS.

Estudio lumínico de los distintos viales y luminarias; realizado con el programa de cálculo DIALUX. El resultado de este estudio está recogido a continuación:

### ESTUDIO LUMÍNICO DEL ALUMBRADO EXTERIOR

Estudio lumínico con los datos y características más importantes de las luminarias, así como su disposición en los distintos viales del polígono.

### Índice

<b>Estudio lumínico del alumbrado exterior</b>	
Portada del proyecto	1
Índice	2
Lista de luminarias	3
<b>Calles 1,2,3 y 4</b>	
Datos de planificación	4
Resultados luminotécnicos	5
Rendering (procesado) de colores falsos	6
<b>Recuadros de evaluación</b>	
<b>Viales</b>	
Isolíneas (E)	7
Gráfico de valores (E)	8
<b>Calles 5,6 y 7</b>	
Datos de planificación	9
Resultados luminotécnicos	10
Rendering (procesado) de colores falsos	11
<b>Recuadros de evaluación</b>	
<b>Recuadro de evaluación Viales</b>	
Isolíneas (E)	12
Gráfico de valores (E)	13

Figura 3. Página 2 del estudio.

### Estudio lumínico del alumbrado exterior / Lista de luminarias

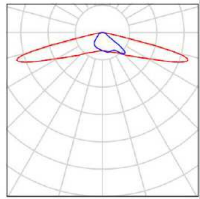
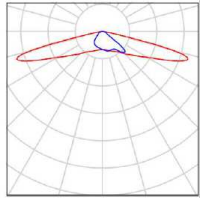
7 Pieza	PHILIPS BGP282 T25 1 xLED89-4S/740 DM50 Nº de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 7740 lm Flujo luminoso (Lámparas): 9000 lm Potencia de las luminarias: 56.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Lámpara: 1 x LED89-4S/740 (Factor de corrección 1.000).	Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.	
7 Pieza	PHILIPS BGP283 T25 1 xLED149-4S/740 DM50 Nº de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 12900 lm Flujo luminoso (Lámparas): 15000 lm Potencia de las luminarias: 90.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Lámpara: 1 x LED149-4S/740 (Factor de corrección 1.000).	Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.	

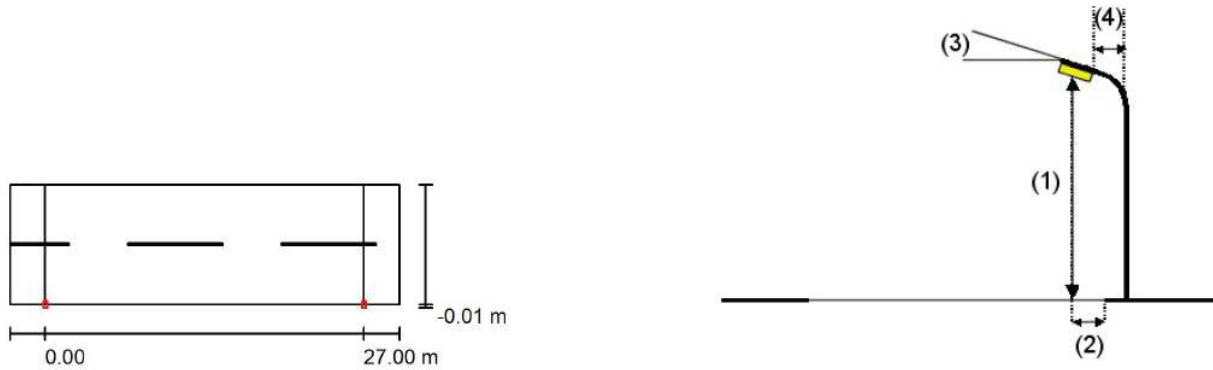
Figura 4. Página 3 del estudio.

**Perfil de la vía pública**

Viales (Anchura: 10.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Factor mantenimiento: 0.67

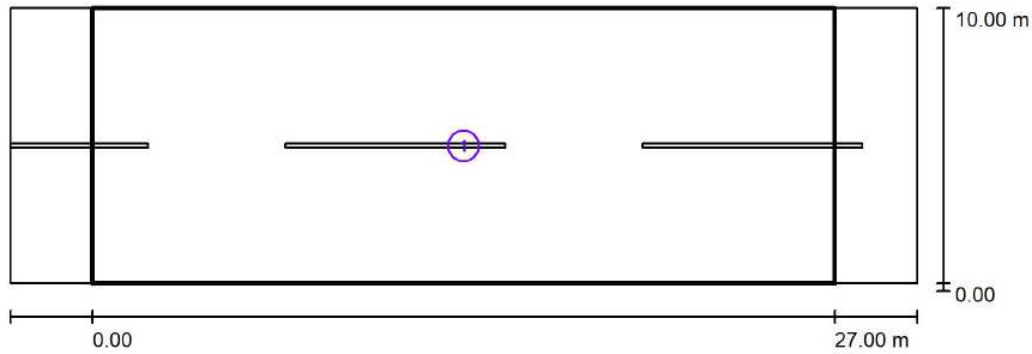
**Disposiciones de las luminarias**



Luminaria:	PHILIPS BGP283 T25 1 xLED149-4S/740 DM50	
Flujo luminoso (Luminaria):	12900 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso (Lámparas):	15000 lm	con 70°: 863 cd/klm
Potencia de las luminarias:	90.0 W	con 80°: 101 cd/klm
Organización:	unilateral abajo	con 90°: 2.80 cd/klm
Distancia entre mástiles:	27.000 m	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
Altura de montaje (1):	10.095 m	Ninguna intensidad lumínica por encima de 95°.
Altura del punto de luz:	10.000 m	La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G2.
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.4.
Inclinación del brazo (3):	5.0 °	
Longitud del brazo (4):	0.642 m	

Figura 5. Página 4 del estudio.

Calles 1,2,3 y 4 / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.67

Escala 1:236

Lista del recuadro de evaluación

1 Viales

Longitud: 27.000 m, Anchura: 10.000 m

Trama: 10 x 7 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Viales.

Clase de iluminación seleccionada: S1

Clase de iluminación adicional ES: ES4

Clase de iluminación adicional EV: EV5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

(No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

(No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{min}$ (semicil.) [lx]	$E_{min}$ (vertical) [lx]
Valores reales según cálculo:	15.16	13.42	5.62	8.64
Valores de consigna según clase:	$\geq 15.00$	$\geq 5.00$	$\geq 3.00$	$\geq 5.00$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

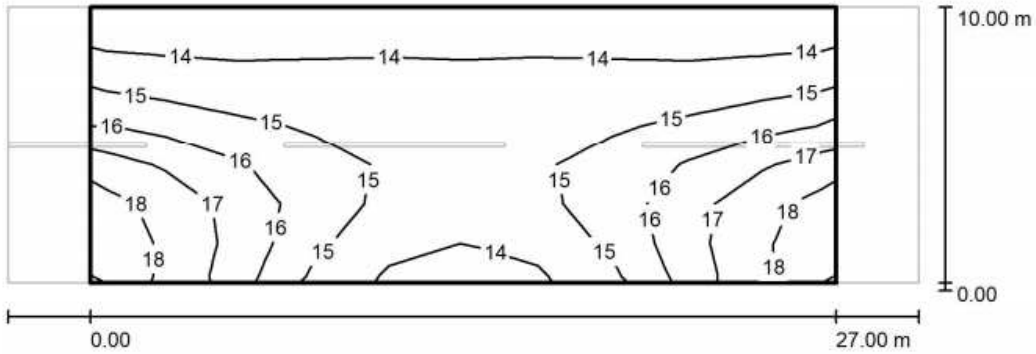
Figura 6. Página 5 del estudio.

Calles 1,2,3 y 4 / Rendering (procesado) de colores falsos



Figura 7. Página 6 del estudio

**Calles 1,2,3 y 4 / Viales / Isolíneas (E)**



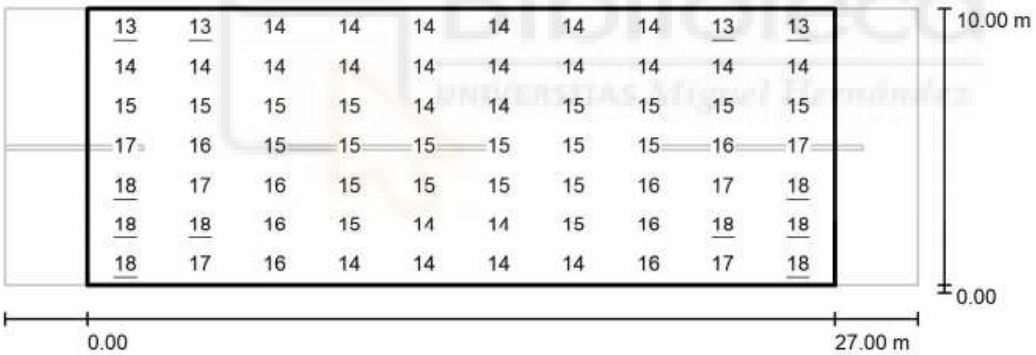
Valores en Lux, Escala 1 : 236

Trama: 10 x 7 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
15	13	18	0.885	0.733

Figura 8. Página 7 del estudio.

**Calles 1,2,3 y 4 / Viales / Gráfico de valores (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 236

Trama: 10 x 7 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
15	13	18	0.885	0.733

Figura 9. Página 8 del estudio.

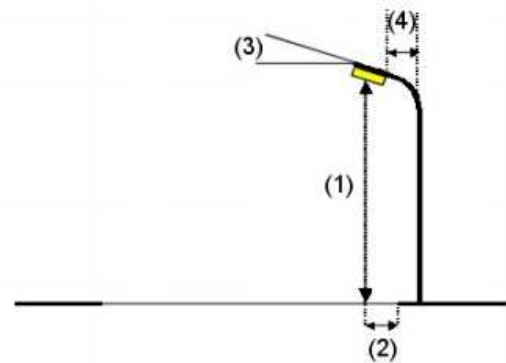
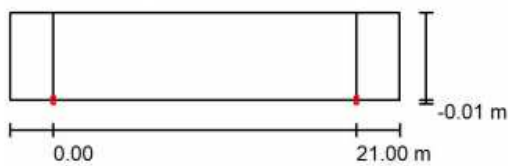
## Calles 5,6 y 7 / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

Viales (Anchura: 6.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Factor mantenimiento: 0.67

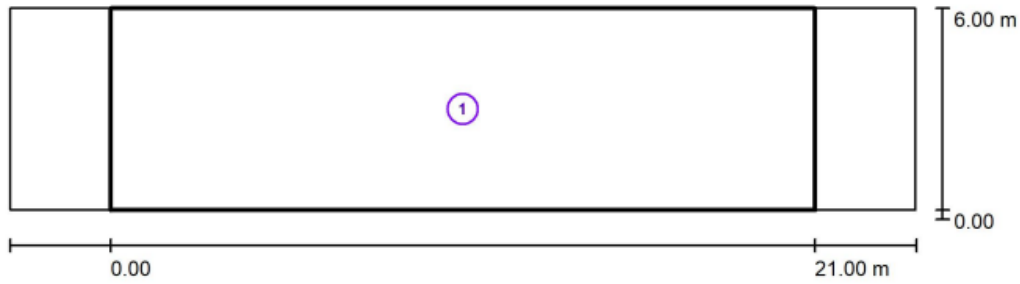
### Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	PHILIPS BGP282 T25 1 xLED89-4S/740 DM50	
Flujo luminoso (Luminaria):	7740 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso (Lámparas):	9000 lm	con 70°: 863 cd/klm
Potencia de las luminarias:	56.0 W	con 80°: 101 cd/klm
Organización:	unilateral abajo	con 90°: 2.80 cd/klm
Distancia entre mástiles:	21.000 m	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
Altura de montaje (1):	8.095 m	Ninguna intensidad lumínica por encima de 95°.
Altura del punto de luz:	8.000 m	La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G2.
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.4.
Inclinación del brazo (3):	5.0 °	
Longitud del brazo (4):	0.642 m	

Figura 10. Página 9 del estudio.





Factor mantenimiento: 0.67

Escala 1:194

**Lista del recuadro de evaluación**

1 Recuadro de evaluación Viales

Longitud: 21.000 m, Anchura: 6.000 m

Trama: 10 x 4 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Viales.

Clase de iluminación seleccionada: S1

Clase de iluminación adicional ES: ES4

Clase de iluminación adicional EV: EV5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

(No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

(No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{min}$ (semicil.) [lx]	$E_{min}$ (vertical) [lx]
Valores reales según cálculo:	15.05	13.51	5.77	8.71
Valores de consigna según clase:	$\geq 15.00$	$\geq 5.00$	$\geq 3.00$	$\geq 5.00$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Figura 11. Página 10 del estudio.



Calles 5,6 y 7 / Rendering (procesado) de colores falsos

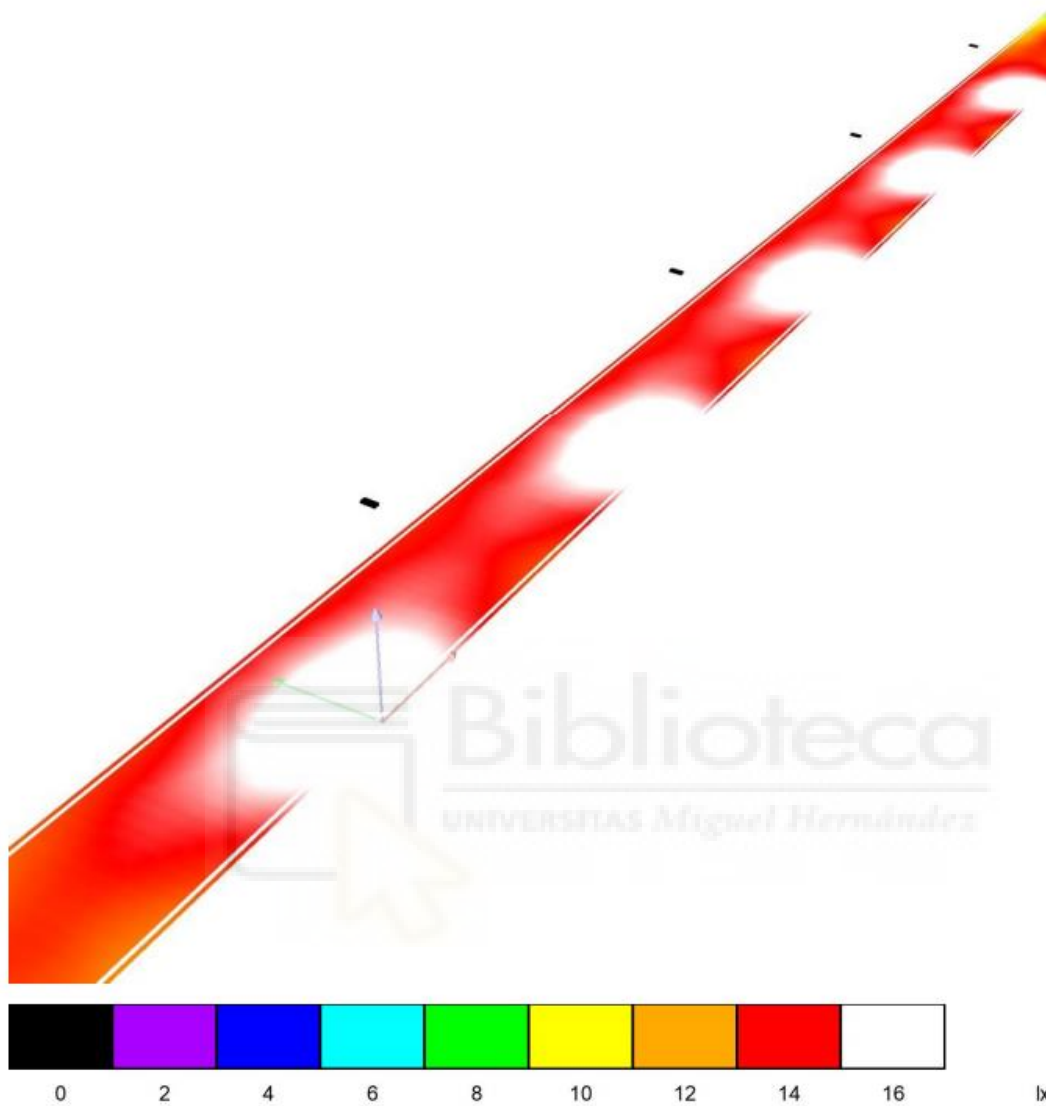
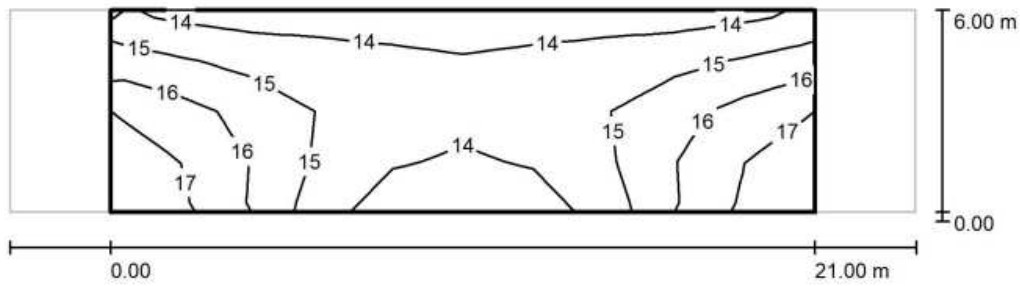


Figura 12. Página 11 del estudio.

**Calles 5,6 y 7 / Recuadro de evaluación Viales / Isolíneas (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 194

Trama: 10 x 4 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
15	14	17	0.898	0.773

Figura 13. Página 12 del estudio.

**Calles 5,6 y 7 / Recuadro de evaluación Viales / Gráfico de valores (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 194

Trama: 10 x 4 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
15	14	17	0.898	0.773

Figura 14. Página 13 del estudio.

Elche, Septiembre de 2020

El autor del proyecto

Fdo. Jerónimo Benito Crouseilles

**3 PRESUPUESTO**
**PRESUPUESTO DE ALUMBRADO EXTERIOR**

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.1	Ud	Equipo de medida directa en armario normalizado sobre basamento de hormigón tipo CPM3-D4. Totalmente montado y conexionado.			
		Total Ud .....	1	340	340,00
1.2	Ml	Conductor RZ1-K 0,6/1kV 4x16 mm2 para DI totalmente montado y conexionado.			
		Total Ml .....	6,00	16,20	97,20
1.3	Ud	Cuadro de mandos general compuesto por los elementos reflejados en el apartado 1.7.6 de la memoria.			
		Total Ud .....	1,000	1548,60	1548,60
1.4	Ud	Picas de puesta a tierra de 1.5m de longitud.			
		Total Ud .....	14,000	23,00	322,00
1.5	Ml	Conductor H07V aislado 1x16 mm2 de cobre canalizado en el interior del tubo y conectado a electrodo de pica vertical y columna.			
		Total Ml .....	1260,000	3,10	3906,00
1.6	Ml	Conductor RV-K 0,6/1kV 4x6 mm2 para circuitos interiores totalmente montado y conexionado.			
		Total Ml .....	1260,000	5,80	7308,00
1.7	Ud	Arqueta para canalización de la instalación de 40x40 con tapa de fundición dúctil EN-124/B125.			
		Total Ud .....	44,000	52,40	2305,60
1.8	Ud	Columnas de 10m y 3 mm de chapa fijada sobre pernos incluido cimentación izado y nivelado.			
		Total Ud .....	32,000	410,00	13120,00
1.9	Ud	Columnas de 8m y 3 mm de chapa fijada sobre pernos incluido cimentación izado y nivelado.			
		Total Ud .....	9,000	330,00	2970,00
1.10	Ud	Luminarias LED de 90 W modelo Philips BGP283 para viales 1-2-3-4 con reductor autónomo de flujo totalmente montada y conexionada			
		Total Ud .....	32,000	440,00	14080,00
1.11	Ml	Conductor 3 x 2,5 mm2 para cableado interior de columna, totalmente montado y conexionado			
		Total Ml .....	392,000	3,05	1195,60
1.12	Ud	Caja de fusibles IP 44 con fusibles de 4 A en interior de columna, totalmente montada y conexionada.			
		Total Ud .....	41,000	36,00	1476,00
1.13	Ml	Zanja Baja Tensión 2 tubo 0,35 x 0,45 en terreno normal, normalizada incluido excavación, lecho de hormigón y arena, tubos de protección, cinta de señalización de atención cables, relleno con zahorra artificial compactada, transporte y vertido de tierras sobrantes.			
		Total Ml .....	1260,000	55,00	69300,00
1.14	Ud	Pruebas, reconocimientos y legalización de las instalaciones.			
		Total Ud .....	1,000	1200,00	1200,00
1.15	Ud	Luminarias LED de 56 W modelo Philips BGP282 para viales 5-6-7 con			

---

reductor autónomo de flujo totalmente montada y conexionada			
Total Ud .....	9,000	360,00	3240,00

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL € 121409,00

ASCIENDE EL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL A LA EXPRESADA CANTIDAD DE CIENTO VEINTIÚN MIL CUATROCIENTOS NUEVE EUROS.

Elche, Septiembre de 2020

El autor del proyecto


Fdo. Jerónimo Benito Crouseilles



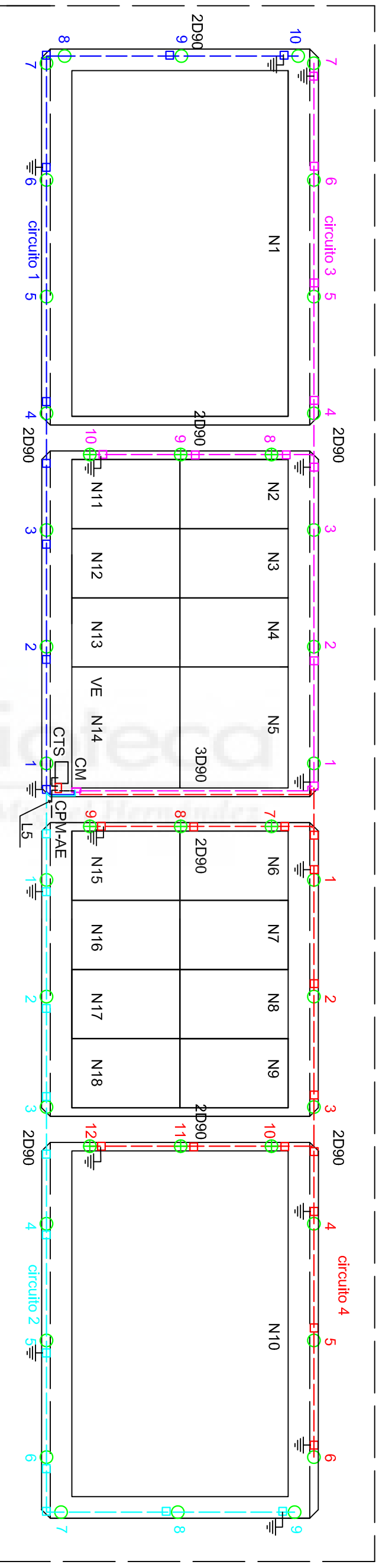
#### 4 PLANOS





 <b>UNIVERSITAT</b> <i>Miguel Hernández</i>	PLANO Nº:	PLANO Nº:
	DIMENSIONES DE LOS VIALES.	
PROYECTO:	ESCALA:	FECHA:
ALUMBRADO EXTERIOR EN CALLES DEL POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO.	S/E	SEPTIEMBRE 2020
AUTOR:	SITUACIÓN:	
JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES	PINOSO (ALICANTE)	





LEYENDA	
Elemento	Descripción
	Armario de protección y medida
	Cuadro de mandos
	32 ud. luminaria led 90 W cada 27m/10m de altura
	9 ud. luminaria led 56 W cada 21m/8m de altura
	Circuito 1/900 W de potencia /269m de longitud
	Circuito 2/810 W de potencia /275m de longitud
	Circuito 3/798 W de potencia /320m de longitud
	Circuito 4/876 W de potencia /396m de longitud
	Pica de puesta a tierra de 1,5 m de longitud



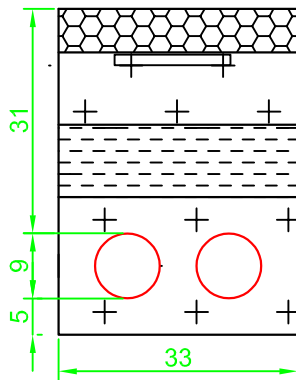
**UNIVERSITAS**  
 Miguel Hernández  
 PLANO: DISTRIBUCIÓN DE LOS CIRCUITOS Y LUMINARIAS EN LOS VIALES.  
 ESCALA: S/E  
 FECHA: SEPTIEMBRE 2020  
 SITUACIÓN: PINOSO (ALICANTE)

PLANO N.º: **2**

PROYECTO: ALUMBRADO EXTERIOR EN CALLES DEL POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO.

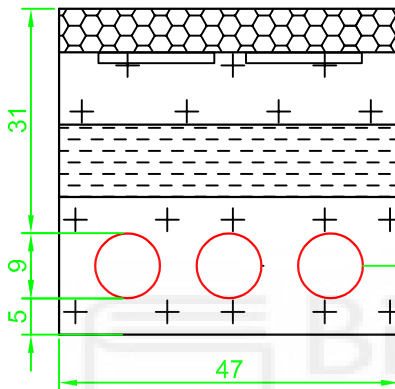
AUTOR: JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES

ZANJA 2 TUBOS ACERA



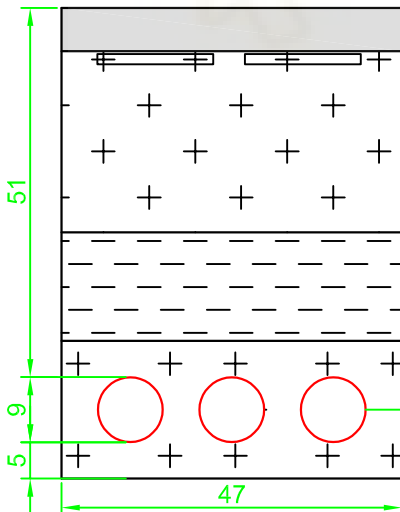
- ← PAVIMENTO  
(Mismos materiales y acabados existentes)
- ← CINTA SEÑALIZACIÓN
- ← FIRME HNE 15/B/20
- ← RELLENO ZANJA  
(zahorra artificial extendida y compactada en tongadas de 10 cm)
- ← TUBOS HDPE 90 mm 450 N
- ← FIRME HNE 15/B/20

ZANJA 3 TUBOS ACERA




- ← PAVIMENTO  
(Mismos materiales y acabados existentes)
- ← CINTA SEÑALIZACIÓN
- ← FIRME HNE 15/B/20
- ← RELLENO ZANJA  
(zahorra artificial extendida y compactada en tongadas de 10 cm)
- ← TUBOS HDPE 90 mm 450 N
- ← FIRME HNE 15/B/20

ZANJA 3 TUBOS CALZADA



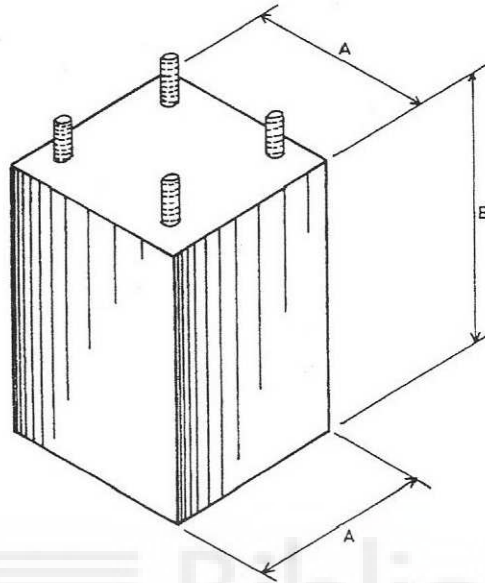
- ← MEZCLA BITUMINOSA  
(Caliente D-12)
- ← FIRME HNE 15/B/20
- ← RELLENO ZANJA  
(zahorra artificial extendida y compactada en tongadas de 10 cm)
- ← TUBOS HDPE 90 mm 450 N
- ← FIRME HNE 15/B/20

 <b>UNIVERSITAS</b> Miguel Hernández	PLANO: CANALIZACIONES.		PLANO Nº: <b>3</b>
	ESCALA: S/E	FECHA: SEPTIEMBRE 2020	SITUACIÓN: PINOSO (ALICANTE)
PROYECTO: ALUMBRADO EXTERIOR EN CALLES DEL POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO			AUTOR: JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES

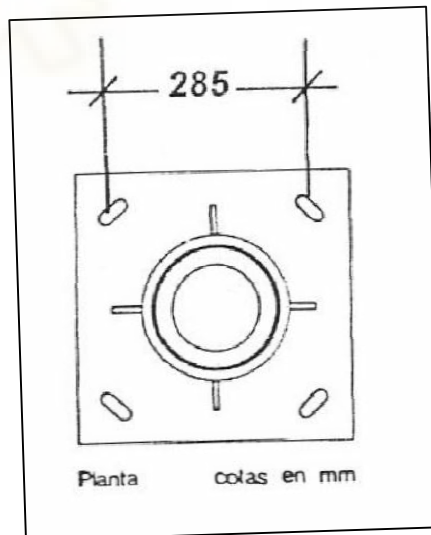
CIMENTACIONES

h	7	8	9	10	11	12	14
A x A	0,7 x 0,7	0,7 x 0,7	0,7 x 0,7	0,9 x 0,9	0,9 x 0,9	0,9 x 0,9	1 x 1
B	1	1	1	1,2	1,2	1,2	1,4

Nota: Salvo «h» que se expresa en metros, las demás magnitudes se han consignado en milímetros.



Dado de cimentación de punto de luz.



**UNIVERSITAS**  
Miguel  
Hernández

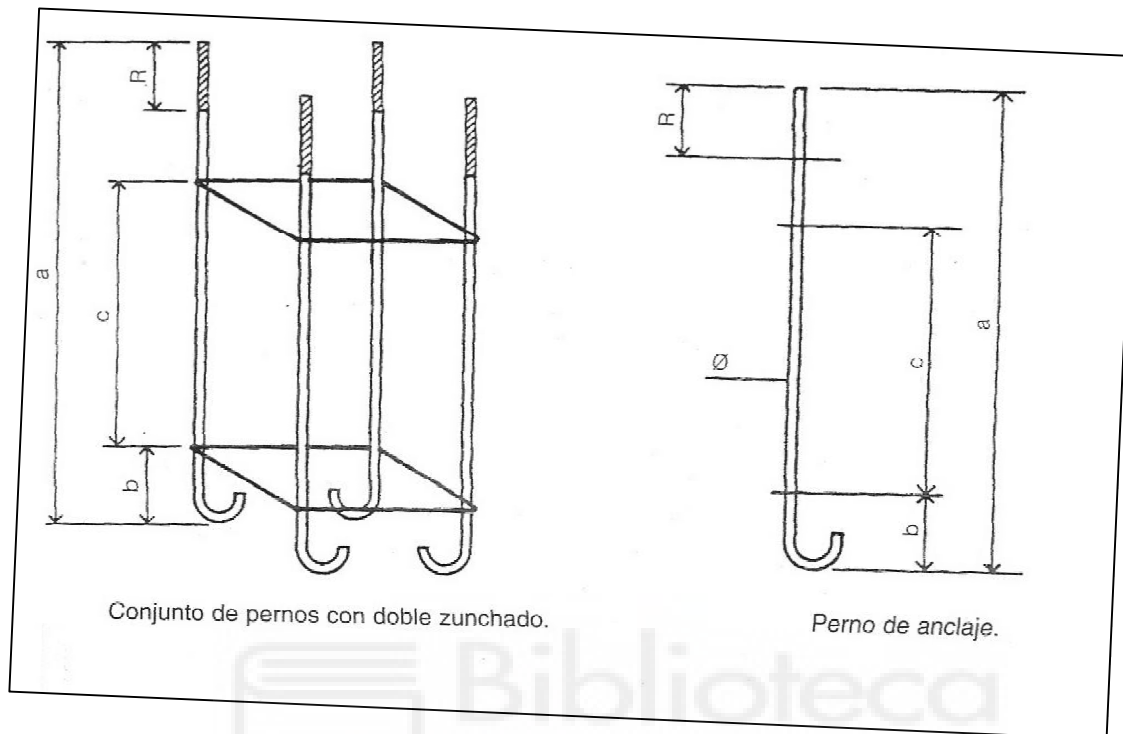
PLANO: TABLA DETALLE DE LAS CIMENTACIONES Y PLANTILLA. PLANO N°: **4**

ESCALA: S/E FECHA: SEPTIEMBRE 2020

SITUACIÓN: PINOSO (ALICANTE)

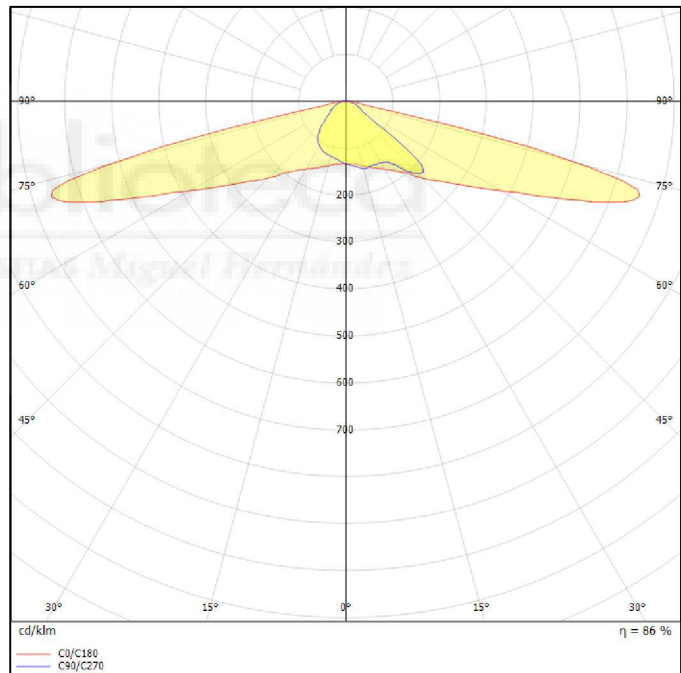
PROYECTO: ALUMBRADO EXTERIOR EN CALLES DEL POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO

AUTOR: JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES



PERNOS							
<b>H</b>	7	8	9	10	11	12	14
<b>A</b>	700	700	700	900	900	900	1000
<b>φ</b>	24	24	27	27	27	27	33
<b>R</b>	110	110	110	130	130	130	150
<b>B</b>	150	150	150	200	200	200	250
<b>C</b>	350	350	350	450	450	450	450

Nota: Salvo "h" que se expresa en metros, las demas magnitudes se han expresan en milímetros



**UNIVERSITAS**  
Miguel  
Hernández

PLANO:

FOTOMETRÍA E IMÁGENES DE LA LUMINARIA DE 90W.

PLANO Nº:

**6**

ESCALA:

S/E

FECHA:

SEPTIEMBRE 2020

SITUACIÓN:

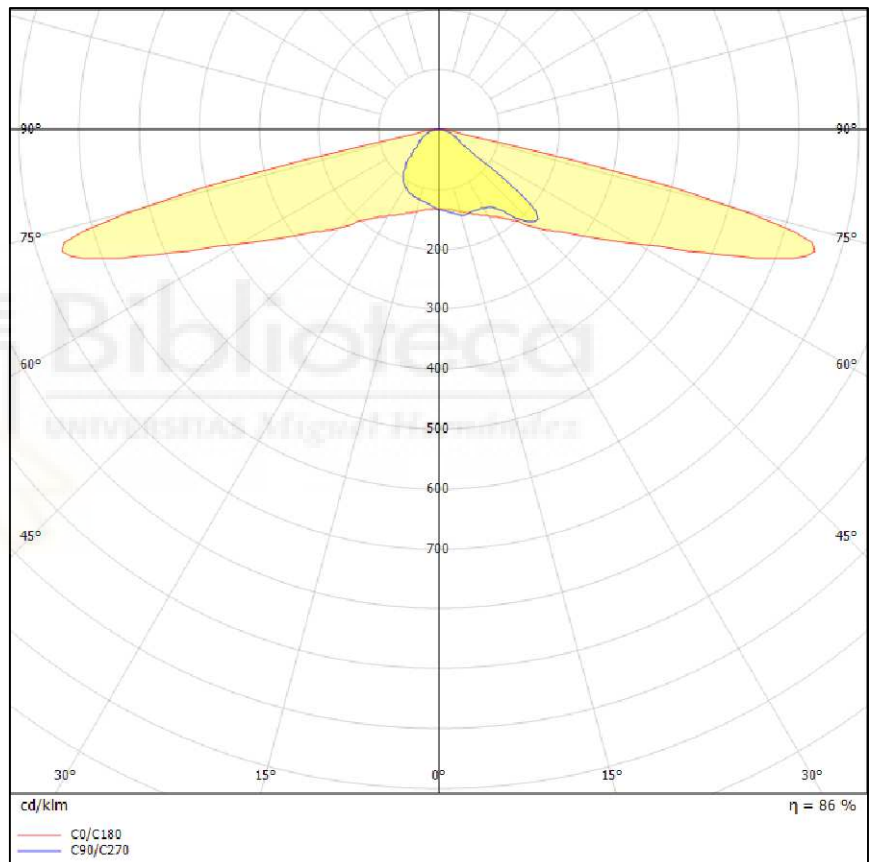
PINOSO (ALICANTE)

PROYECTO:

ALUMBRADO EXTERIOR EN CALLES DEL POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO

AUTOR:

JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES



PLANO: FOTOMETRÍA E IMAGENES DE LA LUMINARIA DE 56W.

PLANO Nº: **7**

ESCALA: S/E

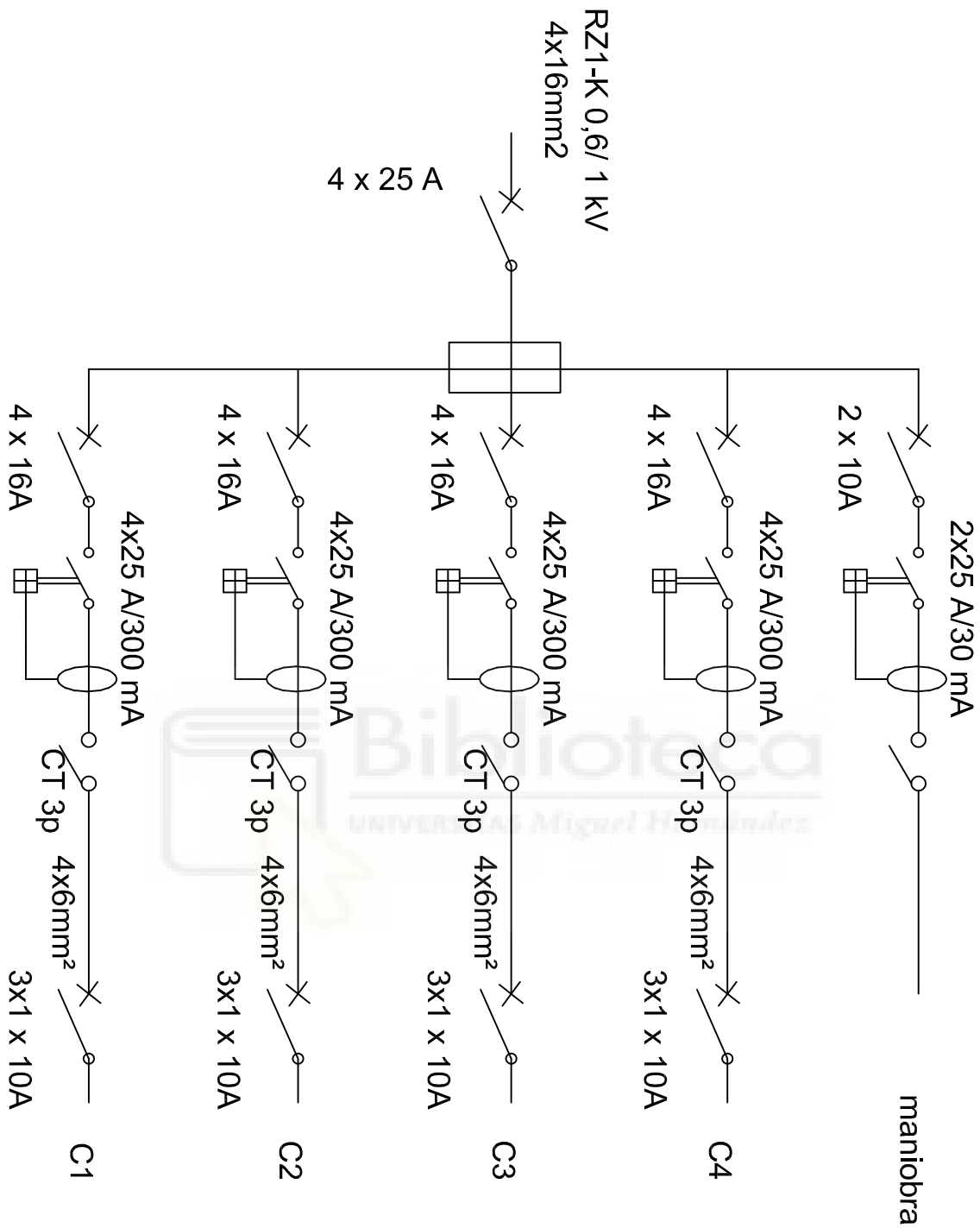
FECHA: SEPTIEMBRE 2020

SITUACIÓN: PINOSO (ALICANTE)

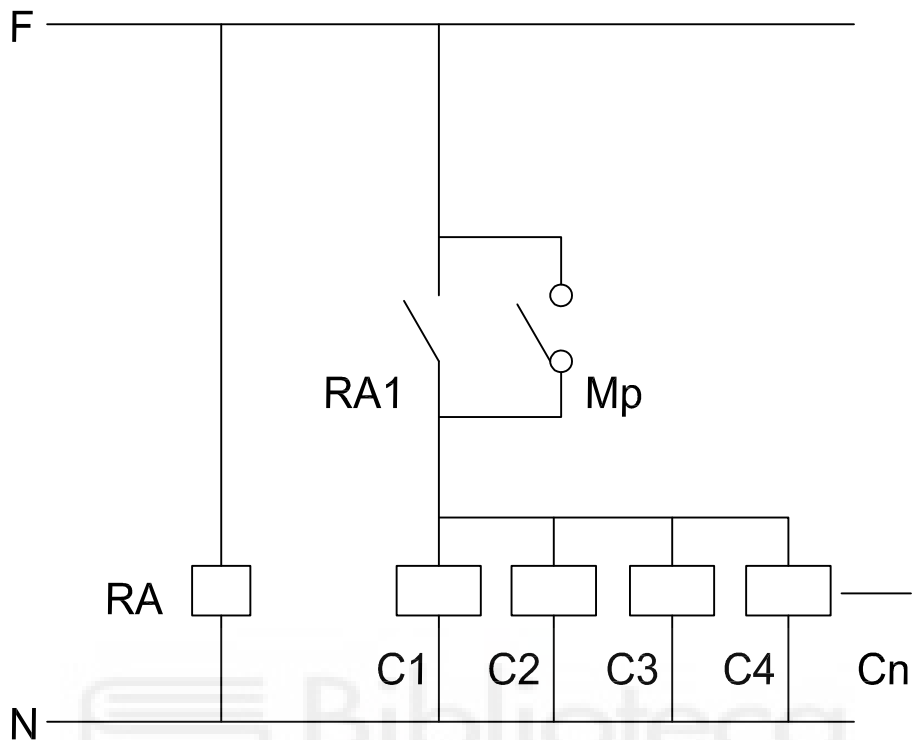
PROYECTO:

ALUMBRADO EXTERIOR EN CALLES DEL POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO

AUTOR: JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES







RA: Reloj astronómico orto/ocaso

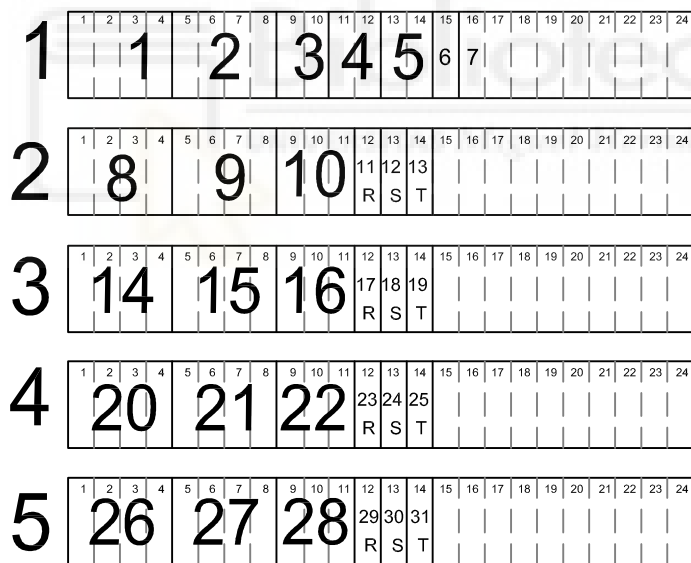
RA1: Contacto abierto orto/ocaso del reloj astronómico.

Mp: Interruptor manual para circuito de potencia

Cn: Contactador de potencia del circuito

 <b>UNIVERSITAS</b> <i>Miguel Hernández</i>	PLANO: ESQUEMA DE MANIOBRA.		PLANO N°: <b>9</b>
	ESCALA: S/E	FECHA: SEPTIEMBRE 2020	SITUACIÓN: PINOSO (ALICANTE)
PROYECTO: ALUMBRADO EXTERIOR EN CALLES DEL POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO		AUTOR: JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES	

- |      |                    |      |                   |
|------|--------------------|------|-------------------|
| 1.-  | GENERAL            | 17.- | CIRCUITO 2 FASE R |
| 2.-  | DISTRIBUIDOR       | 18.- | CIRCUITO 2 FASE S |
| 3.-  | MANIOBRA           | 19.- | CIRCUITO 2 FASE T |
| 4.-  | MANIOBRA           | 20.- | CIRCUITO 3        |
| 5.-  | RELOJ ASTRONOMICO  | 21.- | CIRCUITO 3        |
| 6.-  | MANUAL DE POTENCIA | 22.- | CIRCUITO 3        |
| 7.-  | RESERVA            | 23.- | CIRCUITO 3 FASE R |
| 8.-  | CIRCUITO 1         | 24.- | CIRCUITO 3 FASE S |
| 9.-  | CIRCUITO 1         | 25.- | CIRCUITO 3 FASE T |
| 10.- | CIRCUITO 1         | 26.- | CIRCUITO 4        |
| 11.- | CIRCUITO 1 FASE R  | 27.- | CIRCUITO 4        |
| 12.- | CIRCUITO 1 FASE S  | 28.- | CIRCUITO 4        |
| 13.- | CIRCUITO 1 FASE T  | 29.- | CIRCUITO 4 FASE R |
| 14.- | CIRCUITO 2         | 30.- | CIRCUITO 4 FASE S |
| 15.- | CIRCUITO 2         | 31.- | CIRCUITO 4 FASE T |
| 16.- | CIRCUITO 2         |      |                   |



PLANO: ROTULACIÓN DEL CUADRO DE MANDOS. PLANO Nº: 10

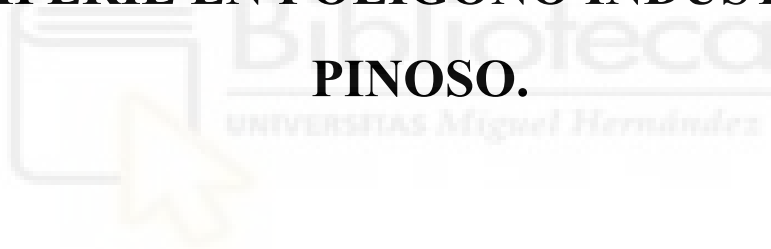
ESCALA: S/E FECHA: SEPTIEMBRE 2020

SITUACIÓN: PINOSO (ALICANTE)

PROYECTO: ALUMBRADO EXTERIOR EN CALLES DEL POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO

AUTOR: JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES

**PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA PARA LA  
RECARGA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO EN  
ESTACIONAMIENTO PÚBLICO A LA  
INTEMPERIE EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE  
PINOSO.**



**Autor:** Jerónimo Benito Crouseilles

**Tutor:** Miguel López García

<b>1.1 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS.</b>	<b>4</b>
1.1.1 TITULAR-PROMOTOR	4
1.1.2 AUTOR DEL PROYECTO.	4
1.1.3 TERMINO MUNICIPAL.	4
1.1.4 SITUACION.	4
1.1.5 DESTINO DE LA ENERGÍA.	4
1.1.6 TENSIÓN NOMINAL Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.	4
1.1.7 POTENCIA INSTALADA.	5
1.1.8 POTENCIA DEMANDADA	5
1.1.9 POTENCIA MÁXIMA ADMISIBLE	5
1.1.10 NÚMERO DE CONDUCTORES Y SECCIÓN.	5
1.1.11 PRESUPUESTO TOTAL.	5
<b>1.2 OBJETO DEL PROYECTO.</b>	<b>5</b>
<b>1.3 AUTOR DEL PROYECTO.</b>	<b>5</b>
<b>1.4 TITULAR DE LA INSTALACIÓN</b>	<b>5</b>
<b>1.5 EMPLAZAMIENTO.</b>	<b>5</b>
<b>1.6 REGLAMENTACION OBSERVADA.</b>	<b>5</b>
<b>1.7 DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES.</b>	<b>6</b>
1.7.1 GENERALIDADES.	7
1.7.2 TRAZADO.	7
1.7.3 POTENCIA TOTAL INSTALADA.	7
1.7.3.1 POTENCIA TOTAL DEMANDADA	7
1.7.3.2 POTENCIA TOTAL ADMISIBLE	7
1.7.4 DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES DE ENLACE.	8
1.7.4.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.	8
1.7.4.2 CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDA.	8
1.7.4.3 LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA).	10
1.7.4.4 DERIVACIÓN INDIVIDUAL.	10
1.7.4.5 PUESTA A TIERRA	10
1.7.5 CLASIFICACIÓN Y CARÁCTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN	10
1.7.5.1 LOCALES ADYACENTES.	12
1.7.6 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN.	12
1.7.7 CUADROS SECUNDARIOS Y PARCIALES.	12
1.7.8 LINEAS DE DISTRIBUCIÓN Y CANALIZACIÓN.	13

1.7.8.1	SISTEMA DE INSTALACIÓN ELEGIDO.	13
1.7.8.2	NÚMERO DE CIRCUITOS.	13
1.7.9	CIMENTACIÓN DE LOS PUNTOS DE RECARGA.	13
1.7.10	INFRAESTRUCTURA PARA LA RECARGA.	13
1.7.10.1	ESQUEMA DE INSTALACIÓN PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	14
1.7.10.2	DOTACIÓN DEL SISTEMA	14
1.7.11	PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS INDIRECTOS.	15
1.7.12	PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.	16
1.7.13	IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES.	17
1.7.14	SUMINISTROS COMPLEMENTARIOS.	17
1.7.15	ALUMBRADO ESPECIALES.	17
1.7.16	CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.	17
1.7.17	RED EQUIPOTENCIAL.	18
1.7.18	CONDUCTORES.	18
1.7.19	EQUIPOS DE MEDIDA.	19
1.7.20	SOLUCION ADOPTADA	19
<b>2</b>	<b><u>CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS</u></b>	<b><u>22</u></b>
2.1	TENSION NOMINAL Y CAIDA DE TENSION MAXIMA ADMISIBLE.	22
2.2	FORMULAS UTILIZADAS.	22
2.3	CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS	24
2.3.1	DERIVACION INDIVIDUAL	24
2.3.2	CIRCUITOS INTERIORES.	25
2.4	CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA.	31
<b>3</b>	<b><u>PRESUPUESTO</u></b>	<b><u>32</u></b>
<b>4</b>	<b><u>PLANOS</u></b>	<b><u>34</u></b>

## **PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA PARA LA RECARGA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO**

### **1 MEMORIA**

#### **1.1 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS.**

Se va a construir un polígono industrial y para su suministro se procederá a electrificar las parcelas en las que se ha dividido y los viales de comunicación.

Hay parcelas en las que el suministro es en alta tensión y otras en baja tensión.

El alumbrado exterior será suministrado en baja tensión.

En la parcela N14 se construirá una infraestructura para la recarga del vehículo eléctrico en baja tensión y carga semi-rápida.

Todas las redes del polígono serán subterráneas con tramos en acera y tramos en calzada.

##### **1.1.1 TITULAR-PROMOTOR**

El titular de las instalaciones es El Exm. Ayuntamiento de Pinoso.

##### **1.1.2 AUTOR DEL PROYECTO.**

El presente proyecto es el trabajo fin de Grado de Jerónimo Benito Crouseilles.

##### **1.1.3 TERMINO MUNICIPAL.**

La infraestructura se construirá en la parcela 14 del polígono industrial de Pinoso.

##### **1.1.4 SITUACION.**

La parcela N14 está destinada a aparcamiento público y en ella se construirá la infraestructura para la recarga del vehículo eléctrico.

##### **1.1.5 DESTINO DE LA ENERGÍA.**

La energía está destinada a la recarga del vehículo eléctrico en lectura indirecta y tarifa 3.0.A.

##### **1.1.6 TENSIÓN NOMINAL Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.**

La alimentación será a 400 voltios entre fases y 230 voltios entre cualquiera de las fases y el conductor neutro.

Clase de corriente	Alterna trifásica
Frecuencia industrial	50 Hz
Tensión monofásica	230 V
Tensión trifásica	400 V
Tensión máxima entre fase y tierra	250 V
Aislamiento de los cables de red	RV-K 0,6/1 kV RZ1-K 0,6/1 kV
Sistema de puesta a tierra	Neutro unido a tierra (TT)
Sistema de puesta a tierra de los receptores	masas puesta a tierra.

### **1.1.7 POTENCIA INSTALADA.**

La potencia instalada es de 103,08 kW.

### **1.1.8 POTENCIA DEMANDADA**

El coeficiente de simultaneidad aplicado es de 1, por tanto la potencia demandada coincide con la instalada de 103,08 kW.

### **1.1.9 POTENCIA MÁXIMA ADMISIBLE**

La potencia máxima admisible es de 124,704 kW

### **1.1.10 NÚMERO DE CONDUCTORES Y SECCIÓN.**

Se ejecutarán cuatro líneas con conductores RV-K 0,6/1kV 4 x16 mm<sup>2</sup> en el interior de tubo enterrado D90/450 N

### **1.1.11 PRESUPUESTO TOTAL.**

Asciende el presupuesto, no incluido IVA, a la cantidad de 21571,70€.

## **1.2 OBJETO DEL PROYECTO.**

El presente proyecto tiene por objeto el trabajo fin de grado de la electrificación de un polígono industrial. En este trabajo se diseña y calcula la infraestructura para la recarga del vehículo eléctrico construida en la parcela N14.

## **1.3 AUTOR DEL PROYECTO.**

El presente proyecto es el trabajo fin de Grado de Jerónimo Benito Crouseilles.

## **1.4 TITULAR DE LA INSTALACIÓN**

El titular de las instalaciones es El Exm. Ayuntamiento de Pinoso.

## **1.5 EMPLAZAMIENTO.**

Parcela 14 del polígono industrial de Pinoso (Alicante).

## **1.6 REGLAMENTACION OBSERVADA.**

Para la confección del presente Proyecto se ha tomado en consideración los siguientes Reglamentos y Normas vigentes:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, B.O.E. 224 de 18-09-02.
- RD 1890/2008 REEAE y actualización de la Guía en edición de mayo de 2013 R1.1.-
- RD 1053/2014 de 12 diciembre, por el que se aprueba la ITC-BT52-Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos-
- Guía Técnica de aplicación ITC-BT-52 edición noviembre de 2017. Revisión 1.



- Contenidos mínimos en proyectos (Orden de Consellería de Industria, Comercio y turismo de 17 de julio de 1989 D.O.G.V. de 13 -11-1989).
- Contenido mínimo en proyectos (Orden de 13 de marzo de 2000, de la Consellería de Industria y Comercio por la que se modifican los anexos de la Orden de 17 de julio de 1989, D.O.G.V. 14-4-2000).
- Contenido mínimo en proyectos (Orden de 12 de febrero de 2001, de la Consellería de Industria, Comercio y Turismo por la que se modifica la de 13 de marzo de 2000, sobre contenidos mínimos en proyectos de Industrias e Instalaciones Industriales.
- Resolución de 20 de junio de 2003, de la Dirección General de Industria y Energía, por la que se modifican los anexos de Ordenes de 17 de julio de 1989 de la Consellería de Industria, Comercio y Turismo y de 12 de febrero de 2001 de la Consellería de Industria y Comercio, sobre contenido mínimo en proyectos de Industrias e Instalaciones Industriales.
- Resolución de 13 de marzo de 2004, de la Dirección General de Industria e Investigación Aplicada, por la que se modifican los anexos de la Ordenes de 17 de julio de 1989 de Consellería de Industria, Comercio y Turismo y 12 de febrero de 2001 de la Consellería de Industria y Comercio, sobre contenido mínimo en proyectos de Industrias e Instalaciones Industriales.
- Norma Técnica para Instalaciones de Enlace en Edificios destinados preferentemente a viviendas (NTE-IEEV).Orden de Consellería de Industria, Comercio y Turismo de 26 de julio de 1989.
- Orden de 15 de julio de 1994, de la Consellería de Industria, Comercio y Turismo, por la que se aprueba la Instrucción Técnica "Protección contra contactos Indirectos en Instalaciones de alumbrado público".
- Ley 2/1989 de 3 de marzo de la Generalitat Valenciana de Impacto Ambiental.
- Decreto 162/1990 de 15 de octubre del Consell de la Generalitat Valenciana por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989 de 3 de marzo de Impacto Ambiental.
- Ley 3/1993 de 9 de diciembre de las Cortes Valencianas (Ley Forestal).
- Reglamento de Acometidas Eléctricas (Aprobado por Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre).
- Ordenanzas Municipales y condicionados impuestos por organismos públicos afectados.
- Normas UNE de obligado cumplimiento.

## 1.7 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

Las instalaciones a ejecutar son las de alimentación de 4 puntos de recarga de vehículos eléctricos.

Las distintas partes de las que se componen las instalaciones son:

- 1 Acometida desde la red pública de i-DE a CGP.
- 1 Línea general de alimentación, desde CGP, a cuadro de protección y medida.
- 1 Equipo de medida indirecta en armario normalizado.
- 1 Derivación individual.
- 1 Cuadro de mandos en armario de intemperie.
- 4 circuitos con conductor RV 0,6/1 kV 4x16 mm<sup>2</sup> en canalización con tubo PE M90 450 N, traslado a vertedero de sobrantes, relleno con zahorras compactadas, reposición de aglomerado, cinta de señalización y limpieza final.
- Puesta a tierra.
- 4 montajes de postes de recarga y conexionado.
- 4 cimentaciones de postes con pernos.
- El tiempo de ejecución de la obra será de tres meses a partir de la firma del acta de replanteo de la obra.

### 1.7.1 GENERALIDADES.

Las redes de alimentación de los cargadores se canalizaran en modo de instalación enterrada con tubo PE M90/450 N y una línea por tubo.

En el frente de fachada de la parcela se situará el cuadro de mandos de todos los circuitos del polígono. Este cuadro de mandos (CM) se colocará en el interior de un armario de intemperie con serigrafía de riesgo eléctrico.

Debido a que la previsión de carga supera los 50 kW en la previsión de la medida se tomará como medida indirecta y tarifa 3.0.A.

### 1.7.2 TRAZADO.

Las líneas se inician en el cuadro de mandos y finalizan en los postes de recarga en canalización empotrada en acera.

### 1.7.3 POTENCIA TOTAL INSTALADA.

Los postes de recarga están dotados de una toma de corriente tipo II (trifásica) y una toma de corriente tipo Schuco (monofásica).

CIRCUITO	TOMA	POTENCIA TOMA W	TOTAL W
1	Trifásica (32 A)	22170	25770
	Monofásica (16 A)	3600	
2	Trifásica (32 A)	22170	25770
	Monofásica (16 A)	3600	
3	Trifásica (32 A)	22170	25770
	Monofásica (16 A)	3600	
4	Trifásica (32 A)	22170	25770
	Monofásica (16 A)	3600	
POTENCIA TOTAL			103080

*Tabla 1. Resumen de potencias.*

#### 1.7.3.1 POTENCIA TOTAL DEMANDADA

Para la determinación de la potencia total demandada, tendremos en cuenta:

- La potencia total instalada.
- El coeficiente de simultaneidad de la instalación que se estimará en un 100%.

La potencia total demandada será la instalada de 103,080 kW.

#### 1.7.3.2 POTENCIA TOTAL ADMISIBLE

Será aquella que pueda soportar el elemento más débil de la instalación sin sufrir ningún tipo de deterioro y además esté de acuerdo con los límites de seguridad que establece la normativa vigente.

El elemento más débil de la instalación será el magnetotérmico de corte general que será en caja moldeada de 250 A y relés regulables en 0,8 para una intensidad de 200 A.

$$P = \sqrt{3} * U * I * \cos\varphi = 124704 W$$

#### 1.7.4 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ENLACE.

Estas instalaciones comprenden el ADS+CPM en lectura indirecta y la derivación individual.

##### 1.7.4.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

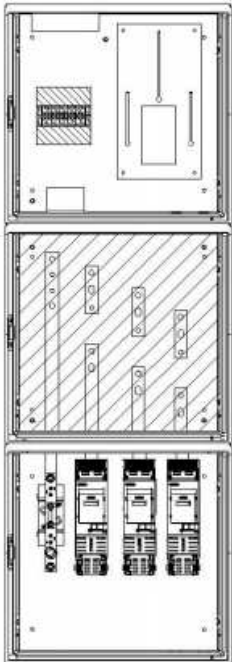
Potencia disponible en BT. Luego no procede.

##### 1.7.4.2 CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDA.

**CUADROS DE PROTECCIÓN Y MEDIDA CPM**

**Armario suministro trifásico > de 43,65 kW hasta 198 kW empotrable con seccionamiento NI 42.72.00**

- 3 Bases fusible seccionable en carga de tamaño 2, hasta 400A.
- Base de neutro seccionable.
- Bloque de bornes de comprobación y pletinas de soporte para conexión.
- Pantalla transparente y aislante con elementos para su precintado.
- Envoltura fabricada en poliéster prensado en caliente, reforzado con fibra de vidrio, color gris RAL 7035.
- Protección contra polvo y agua IP43 y contra impactos IK10.
- Doble aislamiento.
- Auto extinguido a 960°.
- Clase térmica del poliéster E (150°).
- Resistente a las principales agresiones químicas, ambientales y a la acción de los UV.
- Cierre mediante tres puntos con llave triangular y sistema de bloqueo por candado.
- Doble fondo con troqueles realizados.
- Placa de señalización de riesgo eléctrico.



Código IB	Referencia Claved	Código	Dimensiones (mm)
4272102	CD-CMT-300E-MF	ZC76001	536 x 1560 x 230

La C.G.P. y la medida se construirán en una sola envoltura compuesta por armario de seccionamiento ADS+Equipo de medida indirecta con transformadores de relación 300/5 A para un contador trifásico en montaje de intemperie de hasta 198 kW. La envoltura resultante será CMT-300-E para suministro tipo 3.

Con el cumplimiento de estos requisitos se podrá contratar la potencia demandada de 103,080 kW.

Figura 1. Conjunto de medida indirecta tipo 3. Detalle obtenido del catálogo de productos CLAVED.

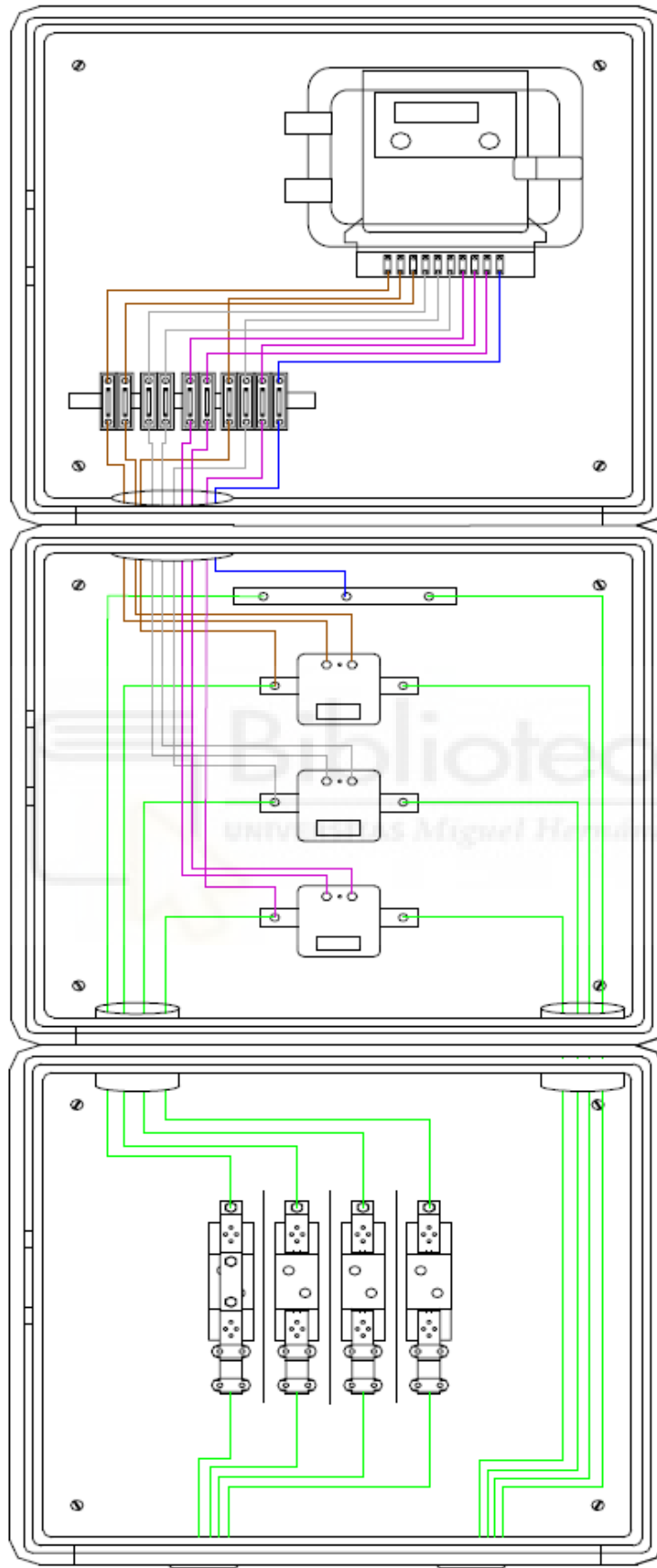


Figura 2. Esquema eléctrico de la medida con transformadores de intensidad y bornas de prueba, según MT.2.80.13.

### 1.7.4.3 LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA).

En el conjunto ADS+CPM no existe línea general de alimentación (LGA)

### 1.7.4.4 DERIVACIÓN INDIVIDUAL.

Las condiciones de instalación serán enterradas bajo tubo D1.

Estará compuesta por 6 m de conductor RZ1-K 0,6/1 kV 3x120 mm<sup>2</sup> +70 mm<sup>2</sup> cobre.

### 1.7.4.5 PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra se efectuará mediante picas de puesta a tierra en cada poste de recarga.

Estas picas de puesta a tierra, de 2 m de longitud, estarán unidas por conductor desnudo de cobre de 35 mm<sup>2</sup> enterrado en el fondo de la canalización y en contacto permanente con el terreno de origen.

El conductor de protección que une el soporte con la red de puesta a tierra será de cable unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, con cubierta de color amarillo-verde de 16 mm<sup>2</sup> de cobre.

Los conductores de protección de todos los circuitos se unirán en el cuadro de mandos.

## 1.7.5 CLASIFICACIÓN Y CARÁCTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

Según RD 1053/2014 por el que se aprueba la ITC-BT 52. Infraestructura para el vehículo eléctrico.

**-Disposición adicional primera**, dotaciones mínimas de la estructura para la recarga del vehículo eléctrico en edificios o estacionamientos de nueva construcción y en vías públicas:

- En aparcamientos o estacionamientos públicos permanentes, las instalaciones necesarias para suministrar a una estación de recarga por cada 40 plazas.

El número de plazas de aparcamiento es de 28, luego corresponde una dotación mínima de una estación de recarga.

Se montan cuatro estaciones de recarga. Luego **cumple la infraestructura**.

**- Modificación de ITC-BT 04**, Instalación que precisan proyecto:

z	Las correspondientes a las infraestructuras para la recarga del vehículo eléctrico.	P > 50 kW.
	Instalaciones de recarga situadas en el exterior.	P > 10 kW.
	Todas las instalaciones que incluyan estaciones de recarga previstas para el modo de carga 4.	Sin límite.

Tabla 2. Instalaciones que precisan proyecto, según modificación de ITC-BT-04.

En nuestro caso P=103,080 kW, luego **necesita proyecto**.

**-Modificación de la ITC-BT 05**, verificaciones e inspecciones:

4.1 *Inspecciones iniciales.* Serán objeto de inspección, una vez ejecutadas las instalaciones, sus ampliaciones o modificaciones de importancia y previamente a ser documentadas ante el órgano competente de la comunidad autónoma, las siguientes instalaciones:

- *Instalaciones de las estaciones de recarga para el vehículo eléctrico, que requieran la elaboración de proyecto para su ejecución.*

Como la instalación requiere proyecto será **objeto de inspección inicial**.

**- ITC-BT 19, Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales:**

*La determinación de las características de la instalación deberá efectuarse de acuerdo con lo señalado en la Norma UNE 20.460-3.*

*Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional.*

**Esta norma está anulada y sustituida por UNE-HD 60364-5-52. Esta norma es la que se tomará como referencia para la obtención de la intensidad máxima admisible en el conductor de cobre.**

**-ITC-BT 20, Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación:**

El sistema de instalación elegido es el de **conductores enterrados en el interior de tubos, método 71 (D1)**.

*2.2.3: Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.*

**-ITC-BT 07, Redes subterráneas de distribución en baja tensión.**

*2.1.2: Serán conformes con las especificaciones del apartado 1.2.4 de la ITC-BT-21. No se instalará más de un circuito por tubo.*

*-Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección de los tubos.*

*-En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa, registrables o no.*

*-Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro, como máximo cada 40 m. Esta distancia podrá variarse de forma razonable, en función de derivaciones, cruces u otros condicionantes viarios.*

*-A la entrada en las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua.*

**Estas prescripciones se utilizarán para la ejecución de las canalizaciones.**

**-ITC-BT 21, Tubos y canales protectoras.**

**Los tubos elegidos responderán a esta exigencia.**

### 1.7.5.1 LOCALES ADYACENTES.

Se corresponde con una instalación de intemperie. No hay locales adyacentes.

Tabla 3. Características mínimas para tubos en canalizaciones enterradas, según ITC-BT-21.

CARACTERÍSTICA	CODIGO	GRADO
Resistencia a la compresión	NA	450 N
Resistencia al impacto	NA	Normal
Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
Resistencia al curvado	1-2-3-4	
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	$D \geq 1 \text{ mm}$
Resistencia a la penetración del agua	3	Agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

### 1.7.6 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN.

Desde el cuadro general de protección partirán las líneas de alimentación de los puntos de recarga. Estas líneas estarán protegidas individualmente, con corte omnipolar, en este cuadro, tanto contra sobrecorrientes como contra corrientes de defecto a tierra y sobretensiones. La intensidad de defecto umbral de desconexión de los interruptores diferenciales será de 300 mA (A) y la resistencia de puesta a tierra será como máximo de  $30 \Omega$ , según ITC-BT-09 por semejanza en instalaciones a intemperie.

Cerca de cada uno de los dispositivos de corte y protección se colocará una placa indicadora del circuito a que pertenecen.

#### El cuadro de mandos en su interior contiene:

- 1 armario 4 filas de carril DIN.
- 1 fila para caja moldeada.
- Un interruptor automático magnetotérmico tripolar + neutro de 200 A. curva C 22 kA como interruptor general de corte en caja moldeada.
- 1 repartidor 250 A.
- 4 x (Un interruptor automático magnetotérmico tripolar + neutro de 50 A. curva C 10 kA, un diferencial tripolar + neutro de 63 A/300 mA (A) como protección de fugas y corrientes de defecto.
- 1 rotulación de todos los elementos.

### 1.7.7 CUADROS SECUNDARIOS Y PARCIALES.

En cada poste de recarga se instalará un subcuadro de mandos que contendrá:



- 1 armario estanco IP44 de una fila.
- 1 Un interruptor automático magnetotérmico 4x50 A curva C 10 kA.
- 1 diferencial 4x40 /30 mA (A).
- 1 diferencial 2x40 /30 mA (A).
- 1 magnetotérmico 4x32 A curva C 10 kA para la base Tipo II.
- 1 magnetotérmico 2x16 curva C 10 kA para la base tipo Schuco.
- 1 rotulación de todos los elementos.

### 1.7.8 LINEAS DE DISTRIBUCIÓN Y CANALIZACIÓN.

Todas las líneas irán por el interior del aparcamiento con arquetas en cada poste de recarga y a la salida del cuadro de mandos.

La canalización será apta para 4 tubos enterrados de 90 mm de diámetro.

#### 1.7.8.1 SISTEMA DE INSTALACIÓN ELEGIDO.

El modo de instalación será **conductores aislados en el interior de tubos protectores enterrados (D1)**.

Las canalizaciones serán tubos enterrados, según UNE-EN 50086 -2-4, de  $\varnothing$  90 mm., de resistencia a la compresión mínima de 450 N, enterrados en zanja a una profundidad de 60 cm a la parte superior del tubo, en cuna de arena, y conductor unipolar de cobre RV 0,6/1 kV de 4 x 1 x 16 mm<sup>2</sup> para la alimentación de los puntos de recarga.

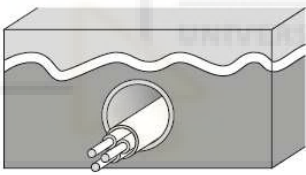
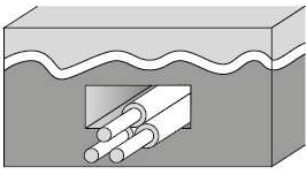
70		Cable multiconductor en tubo o en conducto enterrado cerrado de sección no circular.	D1
71		Cables unipolares en tubo o en conducto enterrado.	D1

Figura 3. Método de instalación D1 de norma UNE HD 60364-5-52:2014. Ilustración de catálogo Prysmian.

#### 1.7.8.2 NÚMERO DE CIRCUITOS.

Para la alimentación del total de los puntos de recarga se construirán cuatro circuitos independientes.

#### 1.7.9 CIMENTACIÓN DE LOS PUNTOS DE RECARGA.

Las dimensiones A y B del dado de cimentación y la longitud del perno de anclaje se determinará en función de las características fijadas por el fabricante.

#### 1.7.10 INFRAESTRUCTURA PARA LA RECARGA.



Se ajustará a lo previsto en ITC-BT-52. Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos.

### 1.7.10.1 ESQUEMA DE INSTALACIÓN PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Se elige como esquema de conexión el tipo 4b de ITC-BT-52. Circuito de recarga colectivo.

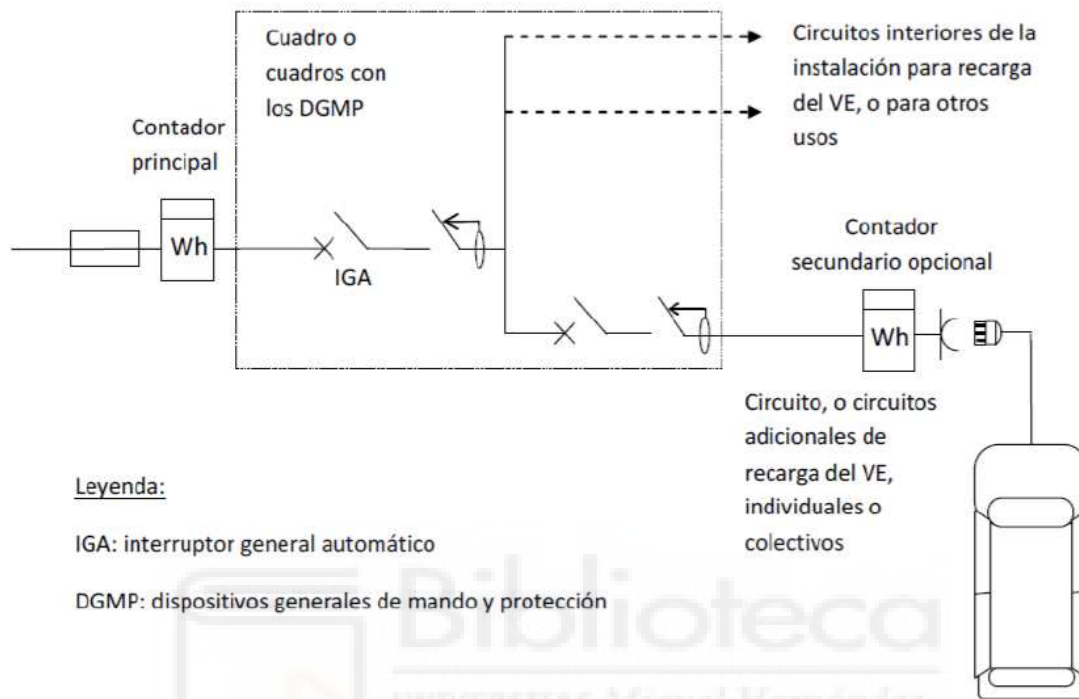


Figura 4. Instalación con circuito o circuitos adicionales para la recarga del vehículo eléctrico, según esquema 4b del ITC-BT-52.

### 1.7.10.2 DOTACIÓN DEL SISTEMA

Este esquema de conexión estará dotado de:

- estación de recarga** para vehículos eléctricos con un total de 4.
- contador principal** ubicado en el armario de medida indirecta para medida tipo 3 para la medida del total de la energía de los postes de recarga.
- cuadro de mandos y protección general** con un circuito de protección por poste de recarga con un total de 4.
- cuadro de mandos secundario** en cada poste de recarga que protege individualmente cada punto de conexión contra cortocircuitos, sobrecargas y corrientes diferencial-residual de alta sensibilidad.
- contador secundario** en cada poste de recarga para la medida de cada toma de carga.
- toma tipo II** con un total de una toma por poste de recarga tipo SAVE. Modo de carga 2.



Se conoce comúnmente como Mennekes que es el nombre de la primera marca que la comercializó. Está aprobado como estándar europeo.

-toma tipo **Schuko** con un total de una toma de 16 A, no específica para vehículos eléctricos, por poste de recarga tipo SIMPLE. Modo de carga 1.

Figura 5. Toma tipo 2 o más conocida como Mennekes.



Figura 6. Detalle de pines de toma tipo 2 macho y hembra según estándar internacional IEC 62196.

**CP:** Control Pilot. Señal de comunicación entre el vehículo y el punto de recarga, informa de la máxima intensidad de corriente y de la falta de energía en la batería.

**PP:** Piloto de proximidad. Señal de verificación que informa de que el conector está correctamente conectado

**PE:** Protective Earth (protector de tierra). Clavija de tierra.

**N:** Neutro

**L1,L2,L3:** Corresponde a las fases 1,2 y 3 respectivamente para corriente alterna (AC)

### 1.7.11 PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS INDIRECTOS.

El sistema de protección contra posibles contactos indirectos establecido en la presente instalación es de tipo TT, empleándose el sistema de puesta a tierra de las masas metálicas y dispositivos de corte por intensidad de defecto a la puesta a tierra del neutro en el centro de transformación.

Para ello se instalará un electrodo de tierra enterrado que se conectará a la columna en el soporte interior del registro del fuste del poste.

En coordinación con lo anterior se instalarán en el origen de la instalación interruptores automáticos diferenciales de alta sensibilidad (300 mA de corriente de defecto) del tipo A selectivo.

En cada poste se instalarán interruptores automáticos diferenciales de alta sensibilidad (30 mA de corriente de defecto) del tipo A selectivo.

Si la resistencia de toma de tierra alcanzase el valor de 800 Ohmios sería valor suficiente para el adecuado funcionamiento del relé diferencial, quien ante una corriente de fuga de 30 mA daría como máximo que una tensión de defecto alcanzase 24 V. Con lo que quedaría cubierta la posible aparición de zonas de óxido. No obstante se prevé que la resistencia de la instalación no supere los 30 Ohmios.

### 1.7.12 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.

El sistema de protección contra posibles sobrecargas y cortocircuitos establecido en la presente instalación es la colocación, en el origen de cada circuito derivado, de interruptores automáticos magnetotérmicos de corte omnipolar, los cuales coordinan una curva térmica para respuesta de las posibles sobrecargas con otra curva electromagnética para respuesta de los posibles cortocircuitos producidos en el circuito que mandan y protegen.

Estos interruptores magnetotérmicos se han elegido de acuerdo a las características de los conductores, sistema de instalación utilizado y potencias de los receptores.

El número, situación en el circuito y calibre de estos interruptores magnetotérmicos queda reflejado en memoria y esquema unifilar.

La intensidad de cortocircuito máxima que puede soportar un cable con aislamiento será:

$$I_{cc} = k * S / \sqrt{t}$$

$I_{cc}$  = corriente de cortocircuito en A

K = constante que depende de la naturaleza y del tipo de aislamiento (115 termoplástico cu, 143 termoestable cu)

S = sección el conductor.

t = duración del cortocircuito.

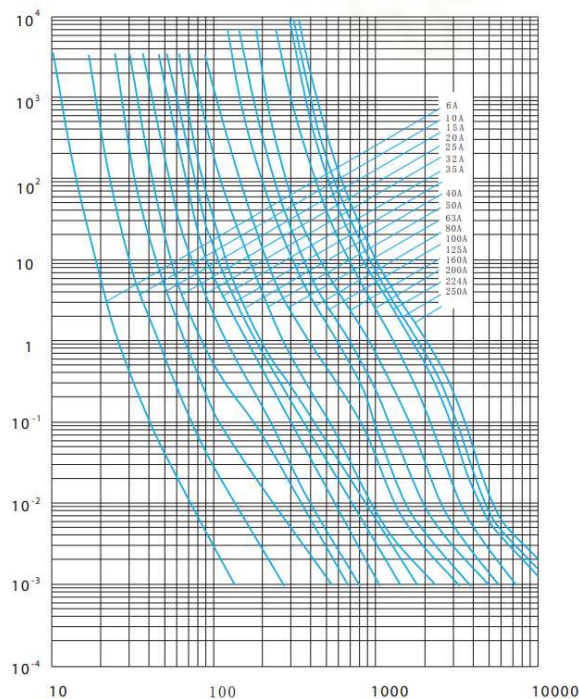


Figura 8. Curva de fusión del fusible NH1 gG. Catálogo Temper. Situado en el ADS para la protección de DI.

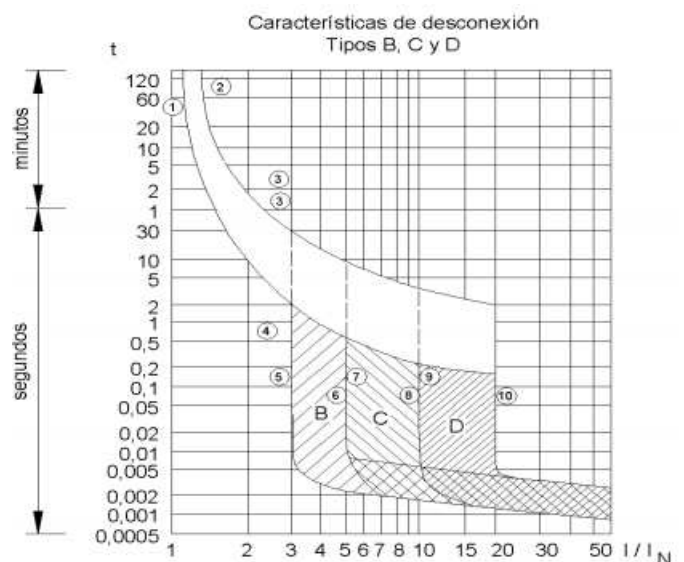


Figura 7. Curva de disparo de los magnetotérmicos, Según UNE-EN 60898. Situado en los cuadros de mandos de los circuitos interiores.

SECCIÓN NOMINAL mm <sup>2</sup>	DURACIÓN DEL CORTOCIRCUITO EN SEGUNDOS (t)								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
0,5	226	160	131	101	72	58	51	45	41
0,75	339	240	196	152	107	88	76	68	62
1	452	320	261	202	143	117	101	90	83
1,5	678	480	392	303	215	175	152	136	124
2,5	1131	799	653	506	358	292	253	226	206
4	1809	1279	1044	809	572	467	404	362	330
6	2713	1919	1566	1213	858	701	607	543	495
10	4522	3198	2611	2022	1430	1168	1011	904	826
16	7235	5116	4177	3236	2288	1868	1618	1447	1321
25	11305	7994	6527	5056	3575	2919	2528	2261	2064
35	15827	11192	9138	7078	5005	4087	3539	3165	2890
50	22610	15988	13054	10112	7150	5838	5056	4522	4128
70	31654	22383	18276	14156	10010	8173	7078	6331	5779
95	42960	30377	24803	19212	13585	11092	9606	8592	7843
120	54265	38371	31330	24268	17160	14011	12134	10853	9907
150	67831	47964	39162	30335	21450	17514	15167	13566	12384
185	83658	59155	48300	37413	26455	21600	18707	16732	15274
240	108529	76742	62659	48536	34320	28022	24268	21706	19815
300	135662	95927	78324	60670	42900	35028	30335	27132	24768

Tabla 4. Intensidad de cortocircuito admisible (A) para conductores de CU con aislamiento termoestable (tipo XLPE, EPR, Poliolefinas Z o silicona), Max 250°C en cortocircuito, según UNE HD 60364-4-43. Ilustración de catálogo BT Prysmian.

### 1.7.13 IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES.

Los conductores de la instalación se identificarán por el color de su capa exterior de aislamiento y responderá al siguiente código de colores:

- Azul claro: conductor neutro o de retorno.
- Amarillo - verde: Conductor de protección.
- Marrón, negro y gris: conductores de fase o activos.

Los conductores RV-K 0,6/1 kV se marcarán con cinta aislante de los correspondientes colores.

### 1.7.14 SUMINISTROS COMPLEMENTARIOS.

Esta instalación no precisa suministro complementario.

### 1.7.15 ALUMBRADO ESPECIALES.

Por las características de las instalaciones, así como por su uso, no se precisa de alumbrado especial.

### 1.7.16 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.

En el circuito de puesta a tierra, los conductores de protección unirán las masas metálicas a la línea principal de tierra.

### 1.7.17 RED EQUIPOTENCIAL.

La puesta a tierra consiste en conductor desnudo de cobre enterrado en la base de la canalización y recorriéndola en toda su longitud, por tanto termina siendo a la vez una equipotencialidad de la instalación.

### 1.7.18 CONDUCTORES.

Se utilizarán cables con aislamiento de dieléctrico seco:

- conductor	cobre
- Sección fase	16/120 mm <sup>2</sup>
- Sección neutro	16/70 mm <sup>2</sup>
- Aislamiento	(XLPE) Seco termoestable de polietileno reticulado.
- cubierta	(V) PVC/Z Poliolefinas
- Tensión nominal	0,6/1kV.
- flexible	K flexible para uso fijo
- Denominación	RV-K 0,6/1kV.-RZ1-K 0,6/1 kV

Los conductores a emplear en las líneas responderán a la denominación **RV-K 0,6/1 kV 4x16 mm<sup>2</sup> y RZ1-K 0,6/1 kV 3x120+70 mm<sup>2</sup>.**

Todas las líneas serán de cuatro conductores, tres para las fases y uno para el neutro.

En casos especiales, los conductores utilizados estarán debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y esfuerzos mecánicos a que puedan estar sometidos.

Las conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

La distribución se realizará en sistema trifásico a las tensiones de 400 voltios entre fases y 230 voltios entre fase y neutro.

Las líneas serán de sección constante en toda su longitud.

Para la elección de un cable se deben tener en cuenta, en general, cuatro factores principales cuya importancia difiere en cada caso.

Dichos factores son:

- Tensión de la red y su régimen de explotación.
- Intensidad a transportar en determinadas condiciones de instalación.
- Caídas de tensión en régimen de carga máxima prevista.
- Intensidad y tiempo de cortocircuito.

Para justificar la sección de los conductores se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Intensidad máxima admisible por el cable en sobrecarga y cortocircuito, según el tipo de instalación.
- b) Caída de tensión.

La elección de la sección del cable a adoptar está supeditada a la capacidad máxima del mismo y a la caída de tensión admisible, que no deberá exceder del 3%.

Para la elección entre los distintos tipos de líneas desde el punto de vista de la sección de los conductores, aparte de las limitaciones de potencia máxima a transportar y de caída de tensión, que se fijan en cada uno, es conveniente realizar un estudio técnico-económico desde el punto de vista de pérdida, por si quedara



justificado con el mismo la utilización de una sección superior a la determinada por los conceptos anteriormente citados.

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 las intensidades máximas o en los datos suministrados por el fabricante, la intensidad nominal de los fusibles y el tipo de canalización con sus factores de corrección.

#### **1.7.19 EQUIPOS DE MEDIDA.**

El equipo de medida elegido es CPM con contador trifásico de lectura indirecta, lo que permite una contratación de potencia superior a 50 kW.

#### **1.7.20 SOLUCION ADOPTADA**

Se han elegido **cuatro postes** para la recarga del vehículo eléctrico en el exterior de la firma **Circutor modelo URBAN T12-MIX CON DOS CONECTORES.**



URBAN T12-MIX V10614 2

Tipo II,  
Schuko

Trifásica  
Monofásica

400 V<sub>c.a.</sub>, 32 A, 22 kW  
230 V<sub>c.a.</sub>, 16 A, 3,6 kW

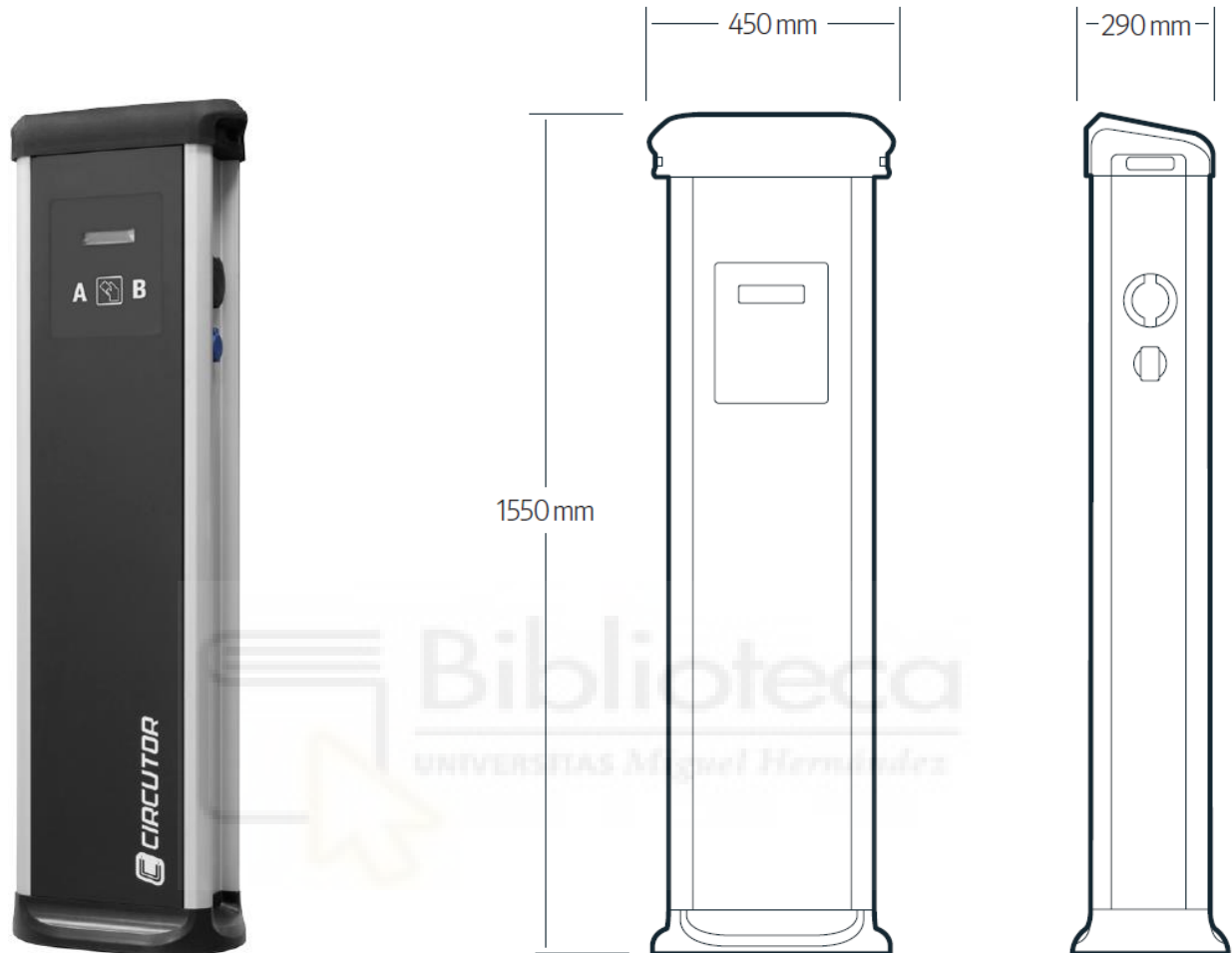


Figura 9. Poste elegido. Catálogo de productos Circutor.

## Aplicaciones

Los postes **URBAN** son especialmente adecuados para todo tipo de aparcamientos en intemperie. Sus aplicaciones se extienden desde plazas en vía pública, grandes superficies, aeropuertos, empresas de venta y alquiler de vehículos, aparcamientos privados, etc.

## Características técnicas

<b>Conexión</b>	Tipo de conector	Tipo II (según <b>IEC 62196-2</b> ) ó Schuko
	Tipo de carga	Carga en Modo 1 / 2 (Schuko) Carga en Modo 3 (según <b>IEC 61851-1</b> )
<b>Características eléctricas</b>	Tensión de entrada	230 Vc.a. / 400 Vc.a.
	Tolerancia	±10%
	Frecuencia de entrada	50...60 Hz
	Tensión de salida	230 Vc.a. / 400 Vc.a.
	Corriente máxima de salida	16 A / 32 A según tipo
	Rango de potencia de salida	3,6 / 7,2 / 22 kW
	Medida de potencia ( <b>Urban 20</b> )	Contador (MID Clase 1 <b>EN 50470-3</b> )
	Medida de energía ( <b>Urban 20</b> )	Contador (MID Clase 1 <b>EN 50470-3</b> )
<b>Protecciones eléctricas</b>	Protección diferencial	RCD Tipo A (30 mA) RCD Tipo A (30 mA) con reconexión automática (opcional) RCD Tipo B (opcional)
	Protección magnetotérmica	MCB (curva C)
<b>Interfaz</b>	Baliza luminosa	Indicación luminosa de estado de carga RGB
	Control de acceso ( <b>URBAN 20</b> )	Tarjeta sistema RFID
	Frecuencia de trabajo RFID ( <b>URBAN 20</b> )	<b>ISO / IEC 14443A/B</b> MIFARE Classic / DESFire EV1 <b>ISO 18092 / ECMA-340</b> NFC 13,56 MHz
	Lector RFID ( <b>URBAN 20</b> )	<b>ISO 14443 A</b>
<b>Comunicaciones (Urban 20)</b>	Tipo	Ethernet, 3G (opcional)
	Protocolo	OCPP, XML
<b>Características constructivas</b>	Envolvente	Aluminio y plástico ABS
	Dimensiones	450 mm x 290 mm x 1550 mm
	Peso	55 kg
	Grado protección mecánica	IK 10
	Grado protección	IP 54
	Fijación	Fijación al suelo con 4 pernos
<b>Seguridad</b>	Categoría III – 300 Vc.a. ( <b>EN 61010</b> ) Protección contra choque eléctrico por doble aislamiento clase II	
<b>Normas</b>	<b>EN 61851-1 : 2001 parte1, IEC 61000, IEC 60364-4-41, IEC 61008-1, IEC 60884-1 , IEC 60529, IEC 61010, UNE-EN55011, ISO 14443A</b>	

Figura 10. Características del poste de recarga **URBAN** en catálogo de productos Circutor.



---

Elche, Septiembre de 2020

El autor del proyecto

Fdo. Jerónimo Benito Crouseilles

## CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

### 2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

#### 2.1 TENSION NOMINAL Y CAIDA DE TENSION MAXIMA ADMISIBLE.

La presente instalación estará alimentada con corriente alterna trifásica, con tres fases y conductor neutro, a la frecuencia normalizada de 50 Hz. y su tensión nominal será de 400 V entre fases y 230 V medidos entre una fase y neutro. Según RBT. Artículo 4

Las caídas de tensión máximas admisibles serán del 3%

#### 2.2 FORMULAS UTILIZADAS.

Las fórmulas y abreviaturas utilizadas son las siguientes:

##### INTENSIDAD

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} \quad \text{en red trifásica. (I}_B\text{)}$$

$$I = \frac{P}{V \times \cos\varphi} \quad \text{en red monofásica.}$$

##### SOBRECARGAS

Las características de un dispositivo que proteja una canalización contra sobrecargas deben satisfacer las dos condiciones siguientes:

1.  $I_B \leq I_N \leq I_Z$
2.  $I_2 \leq 1,45 I_Z$

$I_2$ : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección.

- magnetotérmicos: es la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional de  $1h < 63 A$ .  $2h > 63 A$

$$I_F = 1,45 I_N \quad 1,45 I_N \leq 1,45 I_Z \quad I_N \leq I_Z$$

- fusible gl: es la intensidad de fusión en el tiempo convencional de 5 s.

$$I_F = 1,6 I_N \quad 1,6 I_N \leq 1,45 I_Z \quad I_N \leq 0,91 I_Z$$

##### INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

La intensidad de cortocircuito está limitada por la impedancia del circuito hasta el punto de cortocircuito.

El cortocircuito se supone franco.

La influencia de la impedancia de la red supone una caída de tensión del 20%.

La intensidad de cortocircuito más desfavorable será la de cortocircuito franco fase-neutro y su valor máximo aparecerá en el origen del circuito y su valor mínimo en el extremo.

$$ICC = 0,8 \frac{V}{R}$$

## CAIDA DE TENSION

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

$$e = \frac{PL}{\gamma SU} \quad \text{en \% y kW tendremos} \qquad C\% = \frac{100}{U} \cdot 1000 \frac{WL}{\gamma SU} \quad \text{en red trifásica.}$$

$$C\% = \frac{10^5}{U^2 \cdot \gamma} * \frac{W * L}{S} \quad \text{en red trifásica.}$$

$$e = \frac{2PL}{\gamma SU} \quad \text{en \% y kW tendremos} \qquad C\% = \frac{100}{U} \cdot 1000 \frac{2WL}{\gamma SU} \quad \text{en red monofásica.}$$

$$C\% = \frac{2 * 10^5}{U^2 \cdot \gamma} * \frac{W * L}{S} \quad \text{en red monofásica.}$$

e = caída de tensión unitaria.

P = potencia en vatios.

W: Potencia en kW.

L: Longitud del circuito en m.

U: Tensión de alimentación, 230 V en monofásica y 400 V en trifásica. Según REBT-artículo 4, apartado 2b.

S: Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

C: Caída de tensión en %.

$\gamma_p = 58$ . Conductividad del cobre puro 100% a 20 °C.

$\gamma$ : 52 Conductividad del cobre al 98 % de pureza a la temperatura de servicio de 40 °C para aplicaciones eléctricas.

$\alpha_{cu}$  = coeficiente de variación con la temperatura de la conductividad del cobre = 0,00393 °C<sup>-1</sup>.

Para calcular la resistividad de un conductor de cobre a cualquier temperatura usaremos la expresión:

$$\rho_{cuT} = \rho_{cu20} (1 + \alpha_{cu} (T - 20))$$

La relación entre conductividad y resistividad es:

$$\gamma = 1/\rho$$

Se efectuarán los cálculos para una temperatura del conductor de 40 °C.  $\gamma_{cu} = 52$ .

Temperatura del terreno 25 °C.

$$C\% = 0,0120 \frac{WL}{S} \quad \text{conductor de cobre en trifásica a 400 V.}$$

$$C\% = 0,0727 \frac{WL}{S} \quad \text{conductor de cobre en red monofásica a 230 V.}$$

### 2.3 CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS

MODO DE INSTALACIÓN.- (UNE HD 60364-5-52:2014). (D1) **cables enterrados en zanja en el interior de tubos de plástico.**

Para este método los factores de corrección son.

- resistividad térmica del terreno 2,5 K.m/W = 1.
- profundidad de enterramiento 0,9 m = 0,98.
- profundidad de enterramiento 0,7 m = 1.
- agrupamiento de cuatro circuitos en la misma zanja= 0,7.
- un solo circuito en la zanja = 1.
- temperatura del terreno 25 °C y en el aire 40 °C= 1.

#### 2.3.1 DERIVACION INDIVIDUAL

Potencia demandada = 103 080 W

L = 6 m.

S = 120 mm<sup>2</sup> RZ1-K 0,6 / 1 KV cobre.

I<sub>z</sub> máxima admisible en el conductor = 230 A. (UNE HD 60364-5-52:2014)

I<sub>n</sub> del fusible en la CPM = 200 A.

C% máxima = 3

I<sub>s</sub> admisible en el conductor = 230x1\*1\*1\*1= 230A.

Cos φ = 0,90

**-INTENSIDAD (I<sub>B</sub>)**

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \text{Cos } \varphi} \quad \text{en red trifásica.}$$

POTENCIA W	TENSIÓN V	Cos φ	INTENSIDAD A
103080	400	0,9	165,3

*Tabla 5. Cálculo de la intensidad en la derivación individual.*

$$I_B \leq I_N \leq I_s$$

$$165 \leq 200 \leq 230$$

$$I_N \leq I_s * 0,91$$

$$200 \leq 230 * 0,91 \quad (209 \text{ A})$$

**Luego la sección elegida es válida por intensidad y sobrecargas.**

### -CAIDA DE TENSION

$C = 0,012 \frac{WL}{S}$  conductor de cobre en trifásica a 400 V.

POTENCIA kW	LONGITUD m	SECCIÓN mm <sup>2</sup>	C%
103,08	6	120	0,06

Tabla 6. Cálculo de la caída de tensión en la derivación individual.

**La sección es válida por caída de tensión.**

### -CORTOCIRCUITO

$$ICC = 0,8 \frac{V}{R}$$

El valor máximo de la intensidad de cortocircuito en las redes será el correspondiente al secundario del transformador. Los valores del cortocircuito en el transformador quedarán limitados por la magnitud de las resistencias y reactancias de los bobinados del secundario. Su valor será para el transformador de 630 kVA, según protocolo de ensayo:

$$I_{cc2} = \frac{I_{2n}}{U_{cc}\%} * 100 = \frac{866}{4} * 100 = 21650 A$$

t de disparo del fusible NH1-200A para  $I_{cc} < 0,001$  s.

Tiempo admisible del cortocircuito en el conductor de sección 120 mm<sup>2</sup> = 0,5 s.

**Luego la sección elegida es válida por cortocircuito.**

### 2.3.2 CIRCUITOS INTERIORES.

#### CUADRO DE MANDOS 1

Desde el cuadro de mandos partirán cuatro líneas trifásicas + neutro para la alimentación de los respectivos puntos de recarga.

Circuito 1= circuito 2 = circuito 3= circuito 4

CONDUCTOR: RV-K 0,6/1 kV 4x16 mm<sup>2</sup> cu

La potencia demandada por cada poste de recarga, en el caso más desfavorable, será la correspondiente a la fase que alimente a la toma monofásica con un total de 48 A.

$$P = \sqrt{3} * U * I * \cos\varphi = 29929 W$$

#### CIRCUITO 1

Potencia demandada = 29929 W

L = 8 m.

S = 16 mm<sup>2</sup> RV-K 0,6 / 1 KV cobre.

Iz máxima admisible en el conductor = 75 A. (UNE HD 60364-5-52:2014)

In del magnetotérmico = 50 A.

C% máxima = 3

Is admisible en el conductor =  $75 \times 1 \times 1 \times 0,7 \times 1 = 52,5A$ .

$\text{Cos } \varphi = 0,90$

### -INTENSIDAD (I<sub>B</sub>)

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \text{Cos } \varphi} \quad \text{en red trifásica.}$$

POTENCIA W	TENSIÓN V	Cos $\varphi$	INTENSIDAD A
29929	400	0,9	48,0

Tabla 7. Cálculo de la intensidad en el circuito 1.

$$I_B \leq I_N \leq I_s$$

$$48 \leq 50 \leq 52,5$$

$$I_N \leq I_s$$

Luego la sección elegida es válida por intensidad y sobrecargas.

### -CAIDA DE TENSION

$$C = 0,012 \frac{WL}{S} \quad \text{conductor de cobre en trifásica a 400 V.}$$

POTENCIA kW	LONGITUD m	SECCIÓN mm <sup>2</sup>	C%
29,929	8	16	0,18

Tabla 8. Cálculo de la caída de tensión en el circuito 1.

La sección es válida por caída de tensión.

### -CORTOCIRCUITO

$$I_{CC} = 0,8 \frac{V}{R}$$

El cortocircuito mayor será el fase-neutro.

El valor máximo de la intensidad de cortocircuito en los circuitos interiores queda limitado por las resistencias de los bobinados del secundario del transformador, red de distribución, derivación individual y el circuito correspondiente. Su valor será:

R bobina de fase del transformador = 0,00255  $\Omega$  (del protocolo de ensayo del transformador de 630 kVA).

R baja tensión F+N = 0,0084  $\Omega$  (del proyecto de red de distribución).

R derivación individual =  $(0,154 + 0,268) \times 6 / 1000 = 0,0025 \Omega$ .

R del circuito 1 =  $(1,15 + 1,15) \times 8 / 1000 = 0,0184 \Omega$ .

Rtrafos $\Omega$	Rbt $\Omega$	Rdi $\Omega$	Rc1 $\Omega$	RT $\Omega$	V	Icc A
0,00255	0,0084	0,0025	0,0184	0,0319	230	5777

Tabla 9. Cálculo del cortocircuito en el circuito 1.

t de disparo del magnetotérmico 50A para Icc < 0,001 s.

Tiempo admisible del cortocircuito en el conductor de sección 16 mm<sup>2</sup> = 0,1 s.

**Luego la sección elegida es válida por cortocircuito.**

## CIRCUITO 2

Potencia demandada = 29929 W

L = 14 m.

S = 16 mm<sup>2</sup> RV-K 0,6 / 1 KV cobre.

Iz máxima admisible en el conductor = 75 A. (UNE HD 60364-5-52:2014)

In del magnetotérmico = 50 A.

C% máxima = 3

Is admisible en el conductor = 75x1\*1\*0,7\*1 = 52,5A.

Cos  $\varphi$  = 0,90

### -INTENSIDAD (I<sub>B</sub>)

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi} \quad \text{en red trifásica.}$$

POTENCIA W	TENSIÓN V	Cos $\varphi$	INTENSIDAD A
29929	400	0,9	48,0

Tabla 10. Cálculo de la intensidad en el circuito 2.

I<sub>B</sub> ≤ I<sub>N</sub> ≤ I<sub>s</sub>

48 ≤ 50 ≤ 52,5

I<sub>N</sub> ≤ I<sub>s</sub>

**Luego la sección elegida es válida por intensidad y sobrecargas.**

### -CAIDA DE TENSION

$$C = 0,012 \frac{WL}{S} \quad \text{conductor de cobre en trifásica a 400 V.}$$

POTENCIA kW	LONGITUD m	SECCIÓN mm <sup>2</sup>	C%
29,929	14	16	0,31

Tabla 11. Cálculo de la caída de tensión en el circuito 2.

**La sección es válida por caída de tensión.**

### -CORTOCIRCUITO

$$ICC = 0,8 \frac{V}{R}$$

El cortocircuito mayor será el fase-neutro.

El valor máximo de la intensidad de cortocircuito en los circuitos interiores queda limitado por las resistencias de los bobinados del secundario del transformador, red de distribución, derivación individual y el circuito correspondiente. Su valor será:

R bobina de fase del transformador = 0,00255 Ω (del protocolo de ensayo del transformador de 630 kVA).

R baja tensión F+N = 0,0084 Ω (del proyecto de red de distribución).

R derivación individual = (0,154+0,268)\*6/1000 = 0,0025 Ω.

R del circuito 2 = (1,15+1,15)\*14/1000 = 0,0184 Ω.

Rtrafos Ω	Rbt Ω	Rdi Ω	Rc2 Ω	RT Ω	V	Icc A
0,00255	0,0084	0,0025	0,0322	0,0457	230	4031

Tabla 12. Cálculo del cortocircuito en el circuito 2.

t de disparo del magnetotérmico 50A para Icc < 0,002 s.

Tiempo admisible del cortocircuito en el conductor de sección 16 mm<sup>2</sup> = 0,3 s.

**Luego la sección elegida es válida por cortocircuito.**

### CIRCUITO 3

Potencia demandada = 29929 W

L = 20 m.

S = 16 mm<sup>2</sup> RV-K 0,6 / 1 KV cobre.

Iz máxima admisible en el conductor = 75 A. (UNE HD 60364-5-52:2014)

In del magnetotérmico = 50 A.

C% máxima = 3

Is admisible en el conductor = 75\*1\*1\*0,7\*1 = 52,5A.

Cos φ = 0,90

### -INTENSIDAD (I<sub>B</sub>)



$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi} \quad \text{en red trifásica.}$$

POTENCIA W	TENSIÓN V	Cos $\varphi$	INTENSIDAD A
29929	400	0,9	48,0

Tabla 13. Cálculo de la intensidad en el circuito 3.

$$I_B \leq I_N \leq I_S$$

$$48 \leq 50 \leq 52,5$$

$$I_N \leq I_S$$

Luego la sección elegida es válida por intensidad y sobrecargas.

#### -CAIDA DE TENSION

$$C = 0,012 \frac{WL}{S} \quad \text{conductor de cobre en trifásica a 400 V.}$$

POTENCIA kW	LONGITUD m	SECCIÓN mm <sup>2</sup>	C%
29,929	20	16	0,45

Tabla 14. Cálculo de la caída de tensión en el circuito 3.

La sección es válida por caída de tensión.

#### -CORTOCIRCUITO

$$I_{CC} = 0,8 \frac{V}{R}$$

El cortocircuito mayor será el fase-neutro.

El valor máximo de la intensidad de cortocircuito en los circuitos interiores queda limitado por las resistencias de los bobinados del secundario del transformador, red de distribución, derivación individual y el circuito correspondiente. Su valor será:

R bobina de fase del transformador = 0,00255  $\Omega$  (del protocolo de ensayo del transformador de 630 kVA).

R baja tensión F+N = 0,0084  $\Omega$  (del proyecto de red de distribución).

R derivación individual = (0,154+0,268)\*6/1000 = 0,0025  $\Omega$ .

R del circuito 3 = (1,15+1,15)\*20/1000 = 0,0046  $\Omega$ .

Rtrafos $\Omega$	Rbt $\Omega$	Rdi $\Omega$	Rc3 $\Omega$	RT $\Omega$	V	Icc A
0,00255	0,0084	0,0025	0,0460	0,0595	230	3095

Tabla 15. Cálculo del cortocircuito en el circuito 3.

t de disparo del magnetotérmico 50A para Icc < 0,005 s.

Tiempo admisible del cortocircuito en el conductor de sección 16 mm<sup>2</sup> = 0,5 s.

Luego la sección elegida es válida por cortocircuito.

#### CIRCUITO 4

Potencia demandada = 29929 W

L = 26 m.

S = 16 mm<sup>2</sup> RV-K 0,6 / 1 KV cobre.

Iz máxima admisible en el conductor = 75 A. (UNE HD 60364-5-52:2014)

In del magnetotérmico = 50 A.

C% máxima = 3

Is admisible en el conductor = 75x1\*1\*0,7\*1 = 52,5A.

Cos  $\varphi$  = 0,90

#### -INTENSIDAD (I<sub>B</sub>)

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \text{Cos } \varphi} \quad \text{en red trifásica.}$$

POTENCIA W	TENSIÓN V	Cos $\varphi$	INTENSIDAD A
29929	400	0,9	48,0

Tabla 16. Cálculo de la intensidad en el circuito 4.

$$I_B \leq I_N \leq I_s$$

$$48 \leq 50 \leq 52,5$$

$$I_N \leq I_s$$

Luego la sección elegida es válida por intensidad y sobrecargas.

#### -CAIDA DE TENSION

$$C = 0,012 \frac{WL}{S} \quad \text{conductor de cobre en trifásica a 400 V.}$$

POTENCIA kW	LONGITUD m	SECCIÓN mm <sup>2</sup>	C%
29,929	26	16	0,58

Tabla 17. Cálculo de la caída de tensión en el circuito 4.

La sección es válida por caída de tensión.

#### -CORTOCIRCUITO

$$I_{CC} = 0,8 \frac{V}{R}$$

El cortocircuito mayor será el fase-neutro.

El valor máximo de la intensidad de cortocircuito en los circuitos interiores queda limitado por las resistencias de los bobinados del secundario del transformador, red de distribución, derivación individual y el circuito correspondiente. Su valor será:

R bobina de fase del transformador = 0,00255  $\Omega$  (del protocolo de ensayo del transformador de 630 kVA).

R baja tensión F+N = 0,0084  $\Omega$  (del proyecto de red de distribución).

R derivación individual =  $(0,154+0,268)*6/1000 = 0,0025 \Omega$ .

R del circuito 4 =  $(1,15+1,15)*26/1000 = 0,0184 \Omega$ .

Rtrafos $\Omega$	Rbt $\Omega$	Rdi $\Omega$	Rc4 $\Omega$	RT $\Omega$	V	Icc A
0,00255	0,0084	0,0025	0,0598	0,0733	230	2512

Tabla 18. Cálculo del cortocircuito en el circuito 4.

t de disparo del magnetotérmico 50A para Icc < 0,005 s.

Tiempo admisible del cortocircuito en el conductor de sección 16 mm<sup>2</sup> = 0,5 s.

**Luego la sección elegida es válida por cortocircuito.**

## 2.4 CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA.

Para el cálculo de la puesta a tierra de la presente instalación tendremos en cuenta lo establecido en la Instrucción ITC-BT-18.

Naturaleza del terreno  $\rho = 150 \Omega \cdot m$ .

Electrodo 1 = picas de 2 m.

Electrodo 2 = 22 m de cable de cobre enterrado en el fondo de la canalización.

Resistencia de puesta a tierra con electrodo de pica vertical =  $\rho / L$  (longitud total del electrodo).

Resistencia de puesta a tierra con electrodo enterrado horizontalmente =  $2 * \rho / L$  (longitud total del electrodo).

Electrodo 1: 4 Picas.

$$R_p = \frac{150}{4 \times 2} = 18 \text{ Ohmios}$$

Electrodo 2: 22 m cobre desnudo Picas.

$$R_{cu} = \frac{2 * 150}{22} = 14 \text{ Ohmios}$$

Resistencia total de puesta a tierra

$$R_T = \frac{R_p * R_{cu}}{R_p + R_{cu}} = \frac{18 * 14}{18 + 14} = 8 \text{ Ohmios}$$

**Luego la resistencia total de la instalación es inferior a la de diseño, estimada en 30 Ohmios.**

Elche, Septiembre de 2020

El autor del proyecto

Fdo. Jerónimo Benito Crouseilles

**3 PRESUPUESTO**
**PRESUPUESTO DE INFRAESTRUCTURA PARA VEHÍCULO ELÉCTRICO**

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.1	Ud	Poste para la recarga de vehículo eléctrico Circutor modelo URBAN T12-MIX con un conector tipo 2 y 1 conector tipo Schuco, con tensión de entrada de 400V y un rango de potencia de 22 kW y 3,6 kW, con medida de potencia por toma y protecciones eléctricas magnetotérmicas y diferencial selectivo de 30 mA. Totalmente montado y conexionado.			
		Total Ud .....	4	3510	14040,00
1.2	Ml	Zanja Baja Tensión 4 Tubos 0,35 x 0,90 en terreno normal, normalizada incluido excavación, lecho de hormigón y arena, tubos de protección, cinta de señalización de atención cables, relleno con zahorra artificial compactada, transporte y vertido de tierras sobrantes.			
		Total Ml .....	30,00	99,25	2977,50
1.3	Ud	Arqueta para canalización de la instalación de 40x40 con tapa de fundición dúctil EN-124/B125.			
		Total Ud .....	4,000	52,40	209,60
1.4	Ud	Picas de puesta a tierra de 2m de longitud.			
		Total Ud .....	4,000	25,00	100,00
1.5	Ml	Conductor desnudo de cobre de 35 mm <sup>2</sup> enterrado en base de zanja y conectado a electrodo de pica vertical y poste de recarga.			
		Total Ml .....	22,000	4,10	90,20
1.6	Ml	Conductor RZ1-K 0,6/1kV 3x120 mm <sup>2</sup> + 70 mm <sup>2</sup> para DI totalmente montado y conexionado.			
		Total Ml .....	6,000	37,80	226,80
1.7	Ml	Conductor RV-K 0,6/1kV 4x16 mm <sup>2</sup> para circuitos interiores totalmente montado y conexionado.			
		Total Ml .....	68,000	16,20	1101,60
1.8	Ud	Cuadro de mandos general compuesto por los elementos reflejados en el apartado 1.7.6 de la memoria.			
		Total Ud .....	1,000	1870,00	1870,00
1.9	Ud	Caja general de protección y medida compuesto por los elementos descritos en el apartado 1.7.4.2 de la memoria, con transformadores 300/5 y conjunto CMT-300-E sobre soporte de hormigón normalizado.			
		Total Ud .....	1,000	875,00	875,00
1.10	Ud	Juego de fusibles NH1-200 <sup>a</sup> tipo gG			
		Total Ud .....	1,000	27,00	27,00

**ASCIENDE EL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL A LA EXPRESADA CANTIDAD DE VEINTIÚN MIL QUINIENTOS  
DIECISIETE EUROS CON SETENTA CÉNTIMOS.**

Elche, Septiembre de 2020

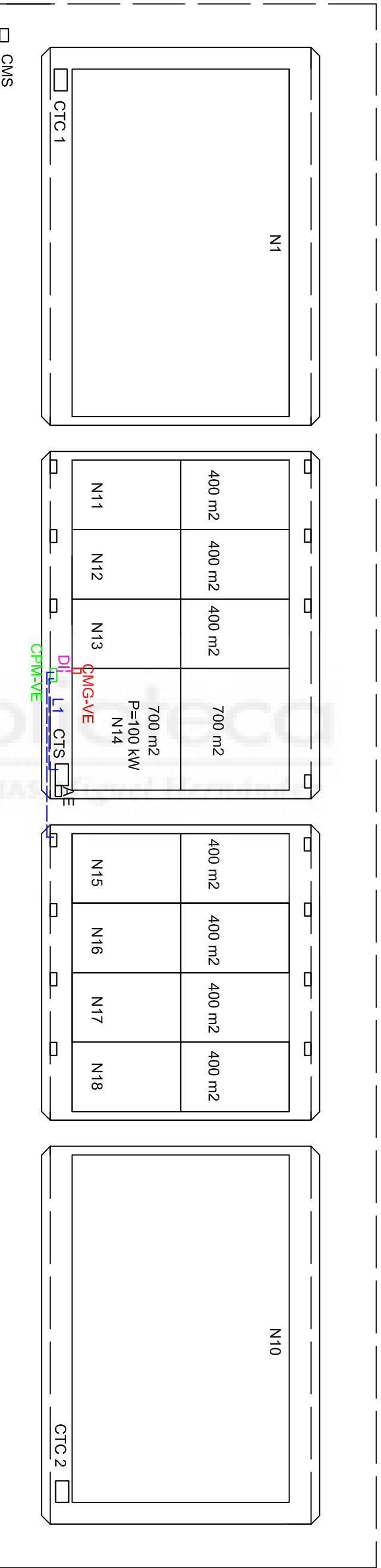
El autor del proyecto

Fdo. Jerónimo Benito Crouseilles



#### 4 PLANOS

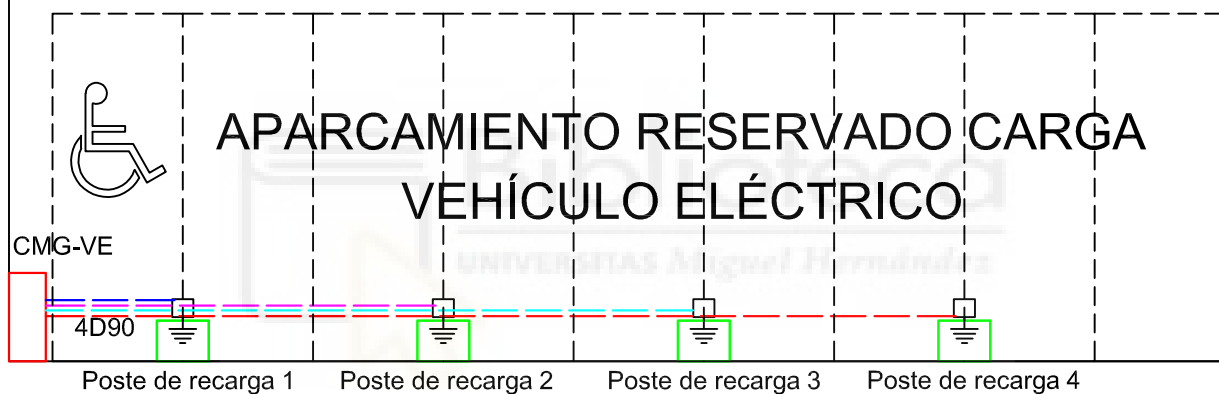




LEYENDA	
Elemento	Descripción
	Cuadro de mandos vehículo eléctrico
	Cuadro de protección y medida vehículo eléctrico
	Derivación individual
	Acometida desde la red de distribución

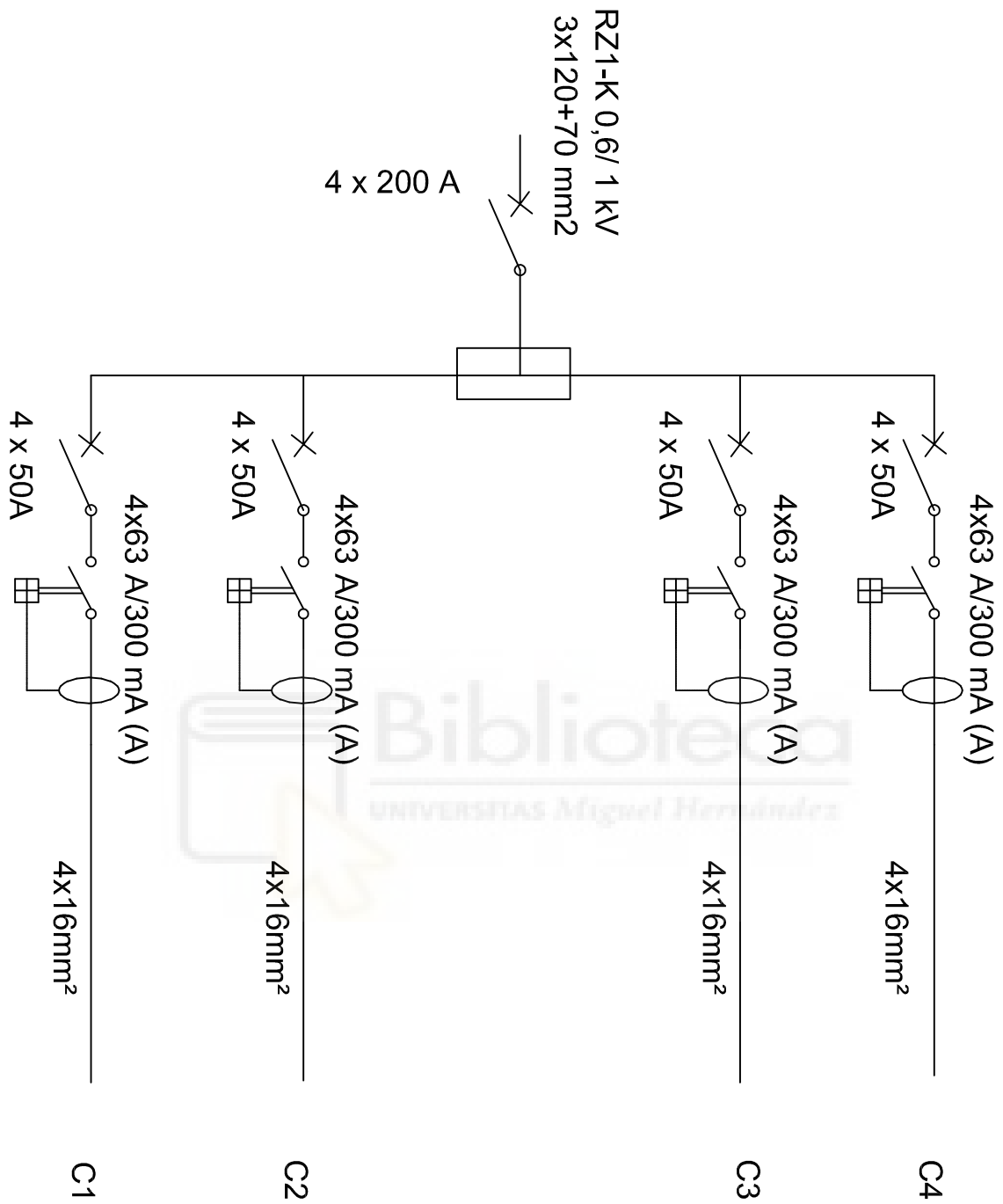
<b>UNIVERSITAT</b> <b>Miguel Hernández</b>	PLANO Nº:	INSTALACIONES DE ENLACE.	PLANO Nº:	<b>1</b>	
	ESCALA:	S/E	FECHA:	SEPTIEMBRE 2020	
PROYECTO:	INFRAESTRUCTURA PARA LA RECARGA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO EN ESTACIONAMIENTO PÚBLICO A LA INTEMPERIE EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO.			SITUACIÓN:	PINOSO (ALICANTE)
				AUTOR:	JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES

# APARCAMIENTO PÚBLICO INTEMPERIE



LEYENDA	
Elemento	Descripción
	Cuadro de mandos vehículo eléctrico
	Circuito 1: Alimentación poste de recarga 1
	Circuito 2: Alimentación poste de recarga 2
	Circuito 3: Alimentación poste de recarga 3
	Circuito 4: Alimentación poste de recarga 4
	Pica de puesta a tierra de 2 m de longitud





PLANO: CUADRO DE MANDOS GENERAL.

ESCALA: S/E

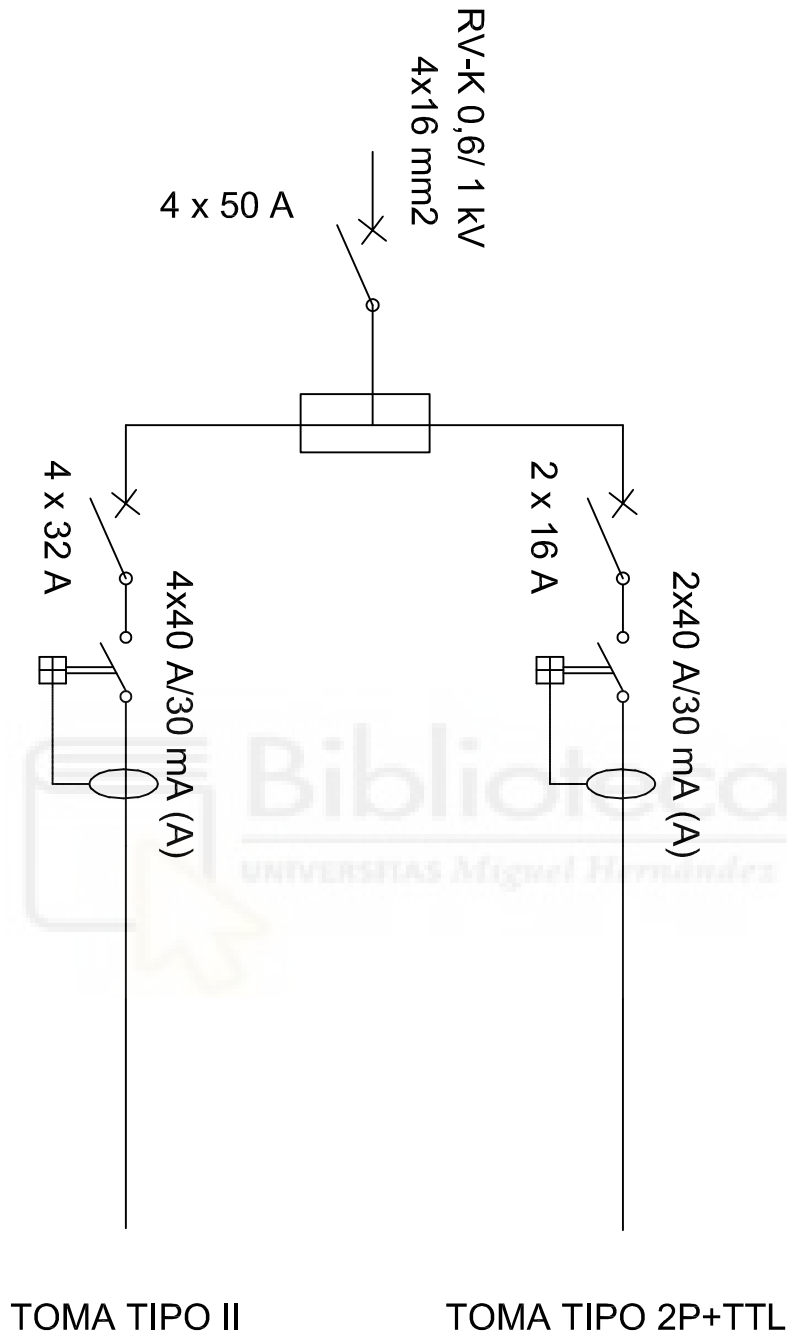
FECHA: SEPTIEMBRE 2020

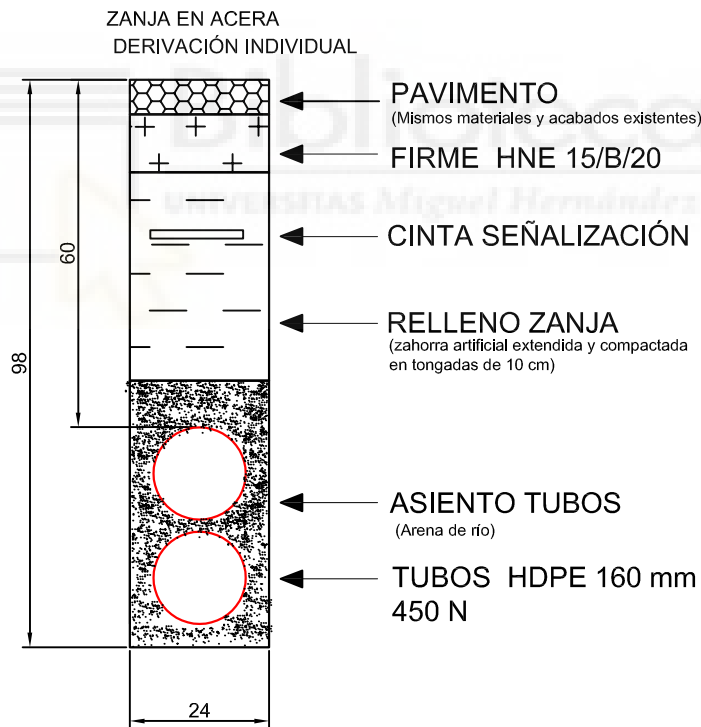
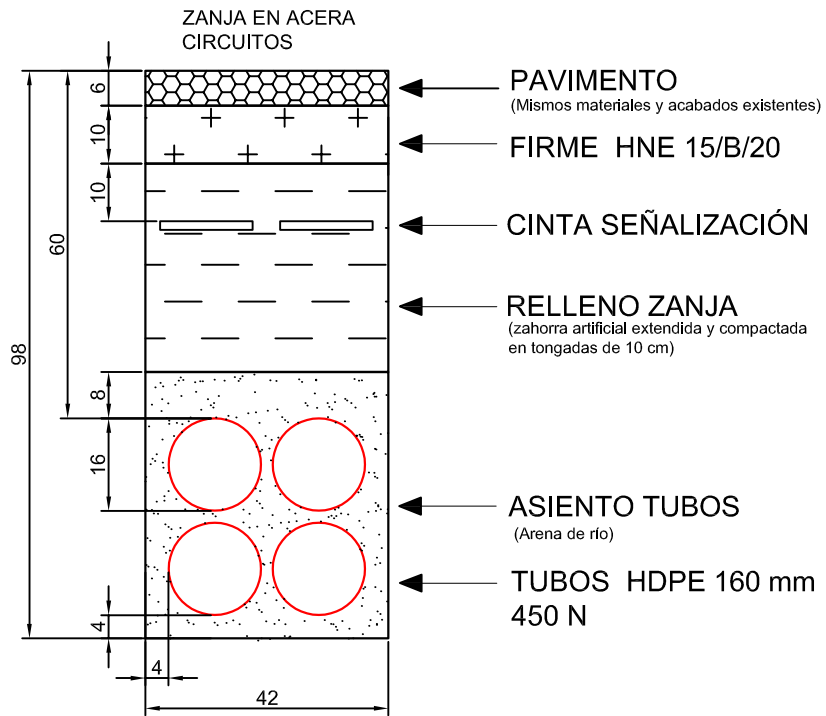
PLANO N°: **3**

PROYECTO: INFRAESTRUCTURA PARA LA RECARGA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO EN ESTACIONAMIENTO PÚBLICO A LA INTEMPERIE EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO.

SITUACIÓN: PINOSO (ALICANTE)

AUTOR: JERÓNIMO BENITO CROUSEILLES





### PROTOCOLO DE ENSAYOS INDIVIDUALES

Número de fabricación	227594	Normas	UNE 21.428	Cliente	ORMAZABAL INTERNATIONAL BUSINESS, S.L.U.
Tipo	630/24/20 B2 O-PA		Especificación técnica	UNE 21428	
Potencia asignada (kVA)	630	U <sub>0</sub> (kV)	24	Frecuencia (Hz)	50 Hz
Regulación (%)	+2,5 +5 +7,5 +10	Simbolo de acoplamiento	Dyn11	Potencia acústica máxima (dB(A))	65
Tensión asignada AT1 (V)	20000	Corriente asignada AT1 (A)	18,19		
Tensión asignada AT2 (V)	0	Corriente asignada AT2 (A)	0		
Tensión asignada BT2 (V)	420	Corriente asignada BT2 (A)	866,03		
Tensión asignada BT3 (V)	0	Corriente asignada BT3 (A)	0	Factor de reducción K	1
Volumen líquido aislante (l)	443	Masa a desmontar (Kg)	1,051	Masa total (Kg)	1.816
Líquido aislante	ACEITE MINERAL				

#### RESULTADOS DE MEDIDA Y GARANTÍAS DE PERDIDAS Y TENSION DE CORTOCIRCUITO

	AT1/BT2			AT2/BT2			AT1/BT3			AT2/BT3		
	Garantía	Tolerancia Admisible (%)	Resultado obtenido	Garantía	Tolerancia Admisible (%)	Resultado obtenido	Garantía	Tolerancia Admisible (%)	Resultado obtenido	Garantía	Tolerancia Admisible (%)	Resultado obtenido
P <sub>0</sub> (W)	1030	15	952									
P <sub>k</sub> a 75°C (W)	6500	15	7145									
P totales (W)	7530	10	8097									
U <sub>k</sub> a 75°C (%)	4	10	3,97									

#### ENSAYOS DIELECTRICOS

ENSAYO DE TENSION SOPORTADA APLICADA			ENSAYO DE TENSION SOPORTADA INDUCIDA		
Terminales	Tensión (kV)	Tiempo (s)	Terminales	Tensión (kV)	Tiempo (s)
AT1/BT+masa	50	60	BT	0,84	60
BT1/AT+masa	10	60	Frecuencia (Hz)	150	

#### MECIDA DE LAS PERDIDAS Y DE LA CORRIENTE EN VACIO

Tensión BT2 (V)	Corriente U (A)	Corriente V (A)	Corriente W (A)	Corriente media (A)	Corriente media (%)	Pérdidas (W)
420,01	3,13	2,07	2,30	2,50	0,29	952
462,06	11,47	9,09	10,78	10,45	1,21	1389

#### MECIDA DE LA TENSION DE CORTOCIRCUITO Y DE LAS PERDIDAS DEBIDAS A LA CARGA

Relación	Posición	Tensión (V)	Corriente U (A)	Corriente V (A)	Corriente W (A)	Corriente media (A)	Pérdidas (W)	Temperatura (°C)
AT1/BT2	5	783,50	18,20	18,12	18,25	18,19	6050	25
AT2/BT2								
AT1/BT3								
AT2/BT3								

#### MECIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS ARROLLAMIENTOS (Ω)

Temperatura (°C)	Posición	2U-2V			2V-2W	2W-2U
		1U-1V	1V-1W	1W-1U	BT2	BT3
25	AT1	5,841	5,836	5,811	0,00255	0,00251
	AT2				0,00252	0,00252
	AT3					

#### MECIDA DE RELACION DE TRANSFORMACION Y VERIFICACION DEL ACOPLAMIENTO

	Función	Conexión	Valor teórico	Valor medido			Simbolo de acoplamiento
				Fase U	Fase V	Fase W	
AT1/BT2	1	22000/420	90,73	90,81	90,77	90,82	Dyn11
	2	21500/420	88,66	88,81	88,72	88,73	
	3	21000/420	86,80	86,81	86,79	86,61	
	4	20500/420	84,54	84,57	84,60	84,55	
	5	20000/420	82,48	82,57	82,46	82,54	
AT2/BT2							
AT1/BT3							
AT2/BT3							

#### OBSERVACIONES

Este transformador está exento de PCBs, a su salida de fábrica

Fecha: 22-May-2014 Firma:



# **ANEXOS A PROYECTOS DEL POLÍGONO INDUSTRIAL DE PINOSO**



**Autor:** Jerónimo Benito Crouseilles

**Tutor:** Miguel López García

<b>1</b>	<b>PLIEGO DE PRESCRIPCIONES PARA LA EJECUCION DE INSTALACIONES EN EL EXTERIOR.</b>	<b>5</b>
<b>1.1</b>	<b>MATERIALES.</b>	<b>5</b>
1.1.1	CAJA GENERAL DE PROTECCION.	5
1.1.2	CAJA GENERAL DE PROTECCION Y MEDIDA.	5
1.1.3	CABLES.	5
1.1.4	CINTA DE IDENTIFICACION DE LOS CONDUCTORES Y AGRUPACION DE CABLES.	6
1.1.5	TERMINALES.	6
1.1.6	MANGUITOS DE EMPALME.	6
1.1.7	PIEZAS DE CONEXION.	6
1.1.8	CINTA DE GOMA AUTOVULCANIZABLE.	7
1.1.9	CINTAS P.V.C.	7
1.1.10	MANGUITOS TERMORRETRACTILES.	7
1.1.11	TORNILLERIA.	7
1.1.12	ARENA.	7
1.1.13	RASILLAS, LADRILLOS O PLACAS DE P.V.C Y CINTA DE ATENCION.	7
1.1.14	TUBOS DE CRUCE.	7
1.1.15	LOSETA HIDRAULICA.	7
1.1.16	HORMIGONES.	8
1.1.17	ASFALTOS (PAVIMENTOS EN CALZADAS).	8
<b>1.2</b>	<b>EJECUCION DE LAS INSTALACIONES.</b>	<b>8</b>
1.2.1	HORNACINA.	8
1.2.2	FUNDACION DE LAS CPM Y ARMARIOS DE SECCIONAMIENTO.	8
1.2.3	ROTURA DE PAVIMENTOS.	9
1.2.4	ZANJAS.	9
1.2.5	CRUCES DE CALZADA.	10
1.2.6	ENTUBADOS ESPECIALES.	11
1.2.7	TENDIDO.	11
1.2.8	PROTECCIONES.	12
1.2.9	RELLENO DE LAS ZANJAS.	12
1.2.10	REPOSICION DE PAVIMENTOS.	12
1.2.11	MONTAJES.	13
1.2.12	PLANOS.	14
1.2.13	VARIOS.	14
<b>1.3</b>	<b>CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.</b>	<b>14</b>
<b>1.4</b>	<b>CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.</b>	<b>15</b>

<b>1.5 LIBRO DE ÓRDENES.</b>	<b>15</b>
<b>1.6 PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA.</b>	<b>15</b>
<b>1.7 PRUEBAS REGLAMENTARIAS.</b>	<b>15</b>
<b><u>2 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EXTERIORES.</u></b>	<b><u>15</u></b>
<b>2.1 OBJETO.</b>	<b>15</b>
<b>2.2 CAMPO DE APLICACIÓN.</b>	<b>16</b>
<b>2.3 MEMORIA.</b>	<b>16</b>
2.3.1 ASPECTOS GENERALES.	16
2.3.2 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.	16
2.3.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN NECESARIAS PARA EVITAR RIESGOS.	18
2.3.4 PROTECCIONES.	19
2.3.5 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA.	21
2.3.5.1 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.	21
2.3.5.2 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.	21
2.3.5.3 SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.	21
2.3.5.4 SERVICIOS HIGIÉNICOS.	21
2.3.6 AVISO PREVIO DEL COMIENZO DE LOS TRABAJO A LA AUTORIDAD LABORAL.	21
2.3.7 MEDIDAS DE SEGURIDAD ESPECÍFICAS PARA CADA UNA DE LAS FASES MÁS COMUNES EN LOS TRABAJOS A DESARROLLAR.	21
<b>2.4 PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES.</b>	<b>22</b>
2.4.1 NORMAS OFICIALES.	22
2.4.2 NORMAS DE IBERDROLA.	22
2.4.3 PREVISIONES E INFORMACIONES ÚTILES PARA TRABAJOS POSTERIORES.	22
<b>2.5 CORONAVIRUS-COVID 19 CONOCIMIENTOS BÁSICOS Y PROTECCIÓN EN EL AMBITO DE LA EMPRESA Y EN TRABAJOS EN EL EXTERIOR.</b>	<b>23</b>
2.5.1 QUE ES EL CORONAVIRUS, SINTOMAS.	23
2.5.2 FORMAS DE INFECCIÓN, TRATAMIENTO.	23
2.5.3 MEDIOS DE PROTECCIÓN EN EL LUGAR DE TRABAJO.	24
2.5.4 LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN.	24
2.5.5 ACTUACIÓN EN CASO DE CONTAGIO.	25
<b>2.6 BIBLIOGRAFÍA.</b>	<b>26</b>
<b>2.7 ANEXO 1.</b>	<b>26</b>
<b>2.8 ANEXO 2.</b>	<b>27</b>

<b>3</b>	<b>GESTIÓN DE RESIDUOS.</b>	<b>29</b>
<b>3.1</b>	<b>MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN OBRA.</b>	<b>29</b>
<b>3.2</b>	<b>MEDIDAS PARA LA REUTILIZACIÓN.</b>	<b>29</b>
<b>3.3</b>	<b>MEDIDAS PARA EL RECICLADO.</b>	<b>30</b>
<b>3.4</b>	<b>MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA.</b>	<b>30</b>
<b>3.5</b>	<b>ESTIMACIÓN DE RESIDUOS PROCEDENTES DE LAS OBRAS.</b>	<b>30</b>
<b>3.6</b>	<b>COMPROMISO CON LA GESTIÓN DE RESIDUOS.</b>	<b>30</b>
<b>3.7</b>	<b>COSTE PREVISTO PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.</b>	<b>31</b>





## **1 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES PARA LA EJECUCION DE INSTALACIONES EN EL EXTERIOR.**

La ejecución de estas instalaciones se ajustará a los proyectos tipo Iberdrola y a los reglamentos de alta tensión.

La forma normal de canalización de estas líneas será la de conductores instalados bajo tubo a distintas profundidades.

Se realizarán cruces entubados en vías públicas, carreteras, ferrocarriles, oleoductos o cursos de agua, respetando los lugares indicados en el proyecto y de acuerdo con las prescripciones vigentes de Organismos oficiales, municipales, etc.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, discurrirán por terrenos de dominio público, bajo las aceras, evitándose ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos se marcarán en el pavimento de las aceras, los lugares donde se abrirán las zanjas, señalando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si hay posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que durante las operaciones del tendido deben tener las curvas, en función de la sección y naturaleza del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

Las zanjas se realizarán cumpliendo todas las medidas de seguridad personal y vial indicadas en las Ordenanzas Municipales, Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Código de la Circulación etc.

Todas las obras deberán estar perfectamente señalizadas, tanto frontal como longitudinalmente. La obligación de señalizar alcanzará no sólo a la propia obra, sino a aquellos lugares en que resulte necesaria cualquier indicación como consecuencia directa o indirecta de los trabajos que se realicen.

### **1.1 MATERIALES.**

#### **1.1.1 CAJA GENERAL DE PROTECCION.**

Las cajas generales de protección instaladas en las líneas subterráneas de BT cumplirán con la norma NI 76.50.01. El material de la envolvente será aislante, como mínimo, de la Clase A, según UNE 21-305.

#### **1.1.2 CAJA GENERAL DE PROTECCION Y MEDIDA.**

En los casos de peticiones con terreno circundante, en lugar de cajas generales de protección, se instalarán cajas generales de protección y medida, las cuales podrán usarse también para seccionamiento de la red. Se ajustarán a las normas NI 42.72.00 y NI 76.50.04.

Serán de tipo indicado en el proyecto,

#### **1.1.3 CABLES.**

Se utilizarán cables con aislamiento de dieléctrico seco, tipos XLPE, según NI 56.37.01 de las siguientes características:

- conductor	aluminio
- Sección fase.....	95, 150,240 mm <sup>2</sup> . Al.
- Sección neutro.....	50, 95,150 mm <sup>2</sup> . Al.
- Aislamiento... XLPE	Seco termoestable de polietileno reticulado y cubierta de Z1.
- Tensión nominal.....	0,6/1kV.
- Denominación.....	XZ1 (S) 0,6/1kV.

Todas las líneas serán siempre de cuatro conductores, tres para fases y uno para neutro.

#### 1.1.4 CINTA DE IDENTIFICACION DE LOS CONDUCTORES Y AGRUPACION DE CABLES.

Las cintas empleadas para la identificación de los conductores serán de material plástico PVC. Los cuatro conductores estarán marcados, selectivamente, con los colores verde, amarillo, marrón, para las fases y gris para el neutro. La cinta empleada para mantener agrupados los cables será de color neutro.

R = color MARRÓN.

S = color NEGRO

T = color GRIS

N = color AZUL

Aconsejo que en este apartado se entre en contacto con la empresa suministradora para unificar el criterio de marcaje de las nuevas líneas con respecto a las líneas existentes.

Los colores serán nítidos, permitiendo una clara diferenciación entre ellos, y se mantendrán inalterados después de una larga permanencia en el fondo de la zanja.

#### 1.1.5 TERMINALES.

Los terminales colocados serán los adecuados a la naturaleza del cable y tendrán la calificación de material autorizado.

Serán los indicados por sus fabricantes para la sección de los conductores en que se monten.

Se utilizarán terminales tipo preaislados con tornillería dinamométrica.

#### 1.1.6 MANGUITOS DE EMPALME.

Los manguitos de empalme a utilizar será, los adecuados a la naturaleza del cable y tendrán la calificación de material a autorizado.

Serán del tipo designado por el fabricante para la sección de los cables del proyecto.

Se utilizarán, en caso de necesidad, manguitos de empalme tipo preaislados con tornillería dinamométrica.

#### 1.1.7 PIEZAS DE CONEXION.

Las piezas de conexión de los conductores (cuando no se utilicen terminales) serán las adecuadas a la naturaleza del cable y tendrán la calificación de material autorizado.

Serán del tipo indicado por su fabricante para la sección de los cables a conectar.

Se ajustarán a NI 58.20.71

---

#### **1.1.8 CINTA DE GOMA AUTOVULCANIZABLE.**

Las cintas vulcanizables empleadas para la ejecución de los empalmes serán las indicadas por el fabricante y tendrán la calificación de material autorizado.

#### **1.1.9 CINTAS P.V.C.**

Las cintas de P.V.C. para recubrimiento y protección de los empalmes o cajas terminales tendrán la calificación de material autorizado.

#### **1.1.10 MANGUITOS TERMORRETRACTILES.**

Los manguitos termorretráctiles para la reconstrucción del aislamiento serán los adecuados a la naturaleza de los empalmes y tendrán la calificación de material autorizado.

Su diámetro será el adecuado a la sección de los conductores.

No se prevé su uso.

#### **1.1.11 TORNILLERIA.**

La tornillería será del paso, diámetro y longitud indicados en cada juego de terminales.

Estarán protegidos por una cubierta antioxidante apropiada.

#### **1.1.12 ARENA.**

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas. Si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de mina o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente.

El tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm.

#### **1.1.13 RASILLAS, LADRILLOS O PLACAS DE P.V.C Y CINTA DE ATENCION.**

La protección se efectuará mediante cinta de plástico. Las placas de protección de PVC presentarán las características establecidas en NI 52.95.01

La cinta de protección presentará las características establecidas en NI 29.00.01.

#### **1.1.14 TUBOS DE CRUCE.**

Los tubos para los cruces de calzadas serán de plástico de un diámetro no inferior a 1,6 veces el del exterior del cable o haz de cables, con un mínimo de 16 cm.

Su superficie interior será lisa, no presentando rugosidades ni resaltes que impidan el deslizamiento de los conductores.

#### **1.1.15 LOSETA HIDRAULICA.**

La loseta hidráulica empleada en la reposición de pavimentos, será nueva y tendrá la textura y tonos del pavimento a reponer.

Se ajustará a las exigencias municipales.

### **1.1.16 HORMIGONES.**

Los hormigones serán preferentemente prefabricados en planta y cumplirán las prescripciones de la Instrucción Española para la ejecución de las obras de hormigón en vigor.

El hormigón a utilizar en la reconstrucción de pavimentos en calzadas será del tipo HNE 150.

Se ajustará a las exigencias municipales.

### **1.1.17 ASFALTOS (PAVIMENTOS EN CALZADAS).**

Los pavimentos de las capas de rodadura en calzadas serán de las mismas características de los existentes, en cuanto a clases, aglomerados en frío, en caliente, etc., o tipo de cada uno de éstos (cerrado, abierto...).

Se ajustará a las exigencias municipales.

## **1.2 EJECUCION DE LAS INSTALACIONES.**

### **1.2.1 HORNACINA.**

El hueco necesario para alojar la CGP estará acondicionado interiormente con sus paramentos enlucidos.

Sus dimensiones interiores serán las indicadas en los planos, bien sea para una o dos CGP.

La entrada de los cables en la hornacina se realizará a través de tubos o conductos rectos.

Los tubos tendrán su interior liso, sin resaltes ni rugosidades y de un diámetro no inferior a 16 cm.

Cuando los tubos de entrada a las hornacinas pasen por sitios accesibles, serán de suficiente rigidez mecánica para evitar su aplastamiento, de acuerdo con la instrucción complementaria MI BT 027.

Los tubos se prolongarán por fuera de la estructura del edificio, hasta que su boca quede a una profundidad mayor a 60 cm. medida desde la rasante de la acera.

La CGP será colocada en el interior de la hornacina, mediante pernos roscados a tacos antigiratorios anclados a la pared, de forma que su sujeción sea firme y segura.

La hornacina estará dotada de una puerta con cerradura, que será del tipo normalizado por la empresa suministradora.

### **1.2.2 FUNDACION DE LAS CPM Y ARMARIOS DE SECCIONAMIENTO.**

Cuando la CPM sea para una o dos abonados tendrán incluido el equipo de medida, tal como se especifica en el capítulo 7.2 de la norma 7.2 de MT 2.51.01. Se situará en las fachadas o cerramientos y siempre en lugares que permitan el libre acceso al personal de la empresa suministradora en todo momento.

La CPM que alimente a dos abonados situados en parcelas colindantes, se colocara en la medianera entre ambas, de forma que las acometidas a cada uno de ellos discurra por su propiedad; asimismo cumplirá, en cuanto a su situación lo indicado en la identificación anterior.

Las dimensiones de las fundaciones para la CPM serán las indicadas en los planos del proyecto, respetándose las cotas de empotramiento en el terreno de la fundación y la altura sobre las aceras de los armarios según sean éstos de medida o de seccionamiento y medida.

Las fundaciones de las CPM podrán ser de hormigón prefabricado o de ladrillo macizo.

Estarán dotadas de casquillos metálicos apropiados, a los que se atornillarán los pernos de anclaje de los armarios, asegurando su sujeción firme.

Las CPM quedarán una vez instaladas, alineadas con los cerramientos de las parcelas o con las fachadas de las edificaciones.

Las fundaciones se montarán de forma que una vez instalados sobre ellas los armarios, éstos queden perfectamente aplomados.

### **1.2.3 ROTURA DE PAVIMENTOS.**

En la rotura de pavimentos se tendrá en cuenta las disposiciones dadas por las entidades propietarias de ellos. La rotura del pavimento con maza (almádena) está prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, como con tajadera. En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito y otros materiales de posible posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose de forma que no sufran deterioro y en el lugar que molesten menos a la circulación. El resto del material procedente del levantado del pavimento será retirado a vertedero.

### **1.2.4 ZANJAS.**

El constructor, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas, hará un estudio de la canalización, de acuerdo con las normas municipales. Determinará las protecciones precisas, tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc. Decidirá las chapas de acero que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos. Todos los elementos de protección y señalización los tendrá dispuestos antes de dar comienzo la obra.

Las zanjas se abrirán en terrenos de dominio público preferentemente bajo aceras.

En las zonas donde existan servicios de la empresa suministradora instalados con antelación a los del proyecto, las zanjas se abrirán sobre estos servicios, con objeto de que todos los de la empresa suministradora queden agrupados en la misma zanja.

Las dimensiones de las zanjas serán las definidas en las normas MT 2.51.01 " Proyectos Tipo de Líneas Subterráneas de Baja Tensión".

En los casos especiales debidamente justificados en que la profundidad de la colocación de los conductores sea inferior a 60 cm. se protegerán mediante tubos, conductos, chapas, etc. de adecuada resistencia mecánica.

Cuando la zanja transcurra por terrenos rocosos se admitirá que la profundidad de los conductores sea 2/3 de las indicadas en el proyecto.

En los cruzamientos y paralelismos con otros servicios, se atenderá a lo dispuesto por los reglamentos y prescripciones respecto a los servicios a cruzar. En cualquier caso, las distancias a dichos servicios serán como mínimo superiores a 25 cm.

No se instalarán conducciones paralelas a otros servicios coincidentes en la misma proyección vertical.

En los casos excepcionales en que estas distancias sean inferiores a los valores citados, los conductores deberán colocarse en el interior de tubos divisorios de material incombustible de suficiente resistencia mecánica.

La zanja se realizará lo más recta posible, manteniéndose paralela en toda su longitud a los bordillos de las aceras o a las fachadas de los edificios principales.

En las alineaciones curvas, la zanja se realizará de forma que los radios de los conductores, una vez situados en sus posiciones definitivas, sean como mínimo 10 veces el diámetro del cable.

#### 1.2.5 CRUCES DE CALZADA.

Los cruces de las calzadas serán rectos, a ser posible perpendiculares al eje de las calles y estarán hormigonados en toda su longitud.

El número de tubos y su distribución en capas serán los indicados en el proyecto.

Una vez instalados, los tubos del cruce no presentarán en su interior resaltes que impidan o dificulten el tendido de los conductores.

Antes de la colocación de la capa inferior de los tubos, se extenderá una tongada de hormigón HNE150 y de 5 cm. de espesor que ocupe todo el ancho de la zanja, cuya superficie superior sea recta y lo más lisa posible.

Sobre esta tongada se colocarán todos los tubos de cruce, realizando los empalmes necesarios. Los tubos quedarán alineados y no presentarán en su interior resaltes ni rugosidades. El conjunto de los tubos se cubrirá con hormigón HNE150 hasta una cota que rebase la superior de los tubos en al menos 10 cm y que ocupe todo el ancho de la zanja.

En las salidas, el cable se situará en la parte superior del tubo, sellando los orificios adecuadamente; incluso en los tubos vacíos.

En los casos especiales en que la profundidad de la zanja bajo la calzada sea inferior a la que indican las prescripciones reglamentarias vigentes, se utilizarán chapas o tubos de acero y otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica adecuada, teniendo en cuenta que dentro del mismo tubo de acero deberán colocarse las tres fases y el neutro.

En los tramos rectos y cada 15 o 20 m. según el tipo de cable para facilitar el tendido, se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3 m. en los que se interrumpirá la continuidad de los tubos. Una vez tendido el cable, estas calas se tapanán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento. Los tubos que queden libres o en reserva serán convenientemente sellados.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillos de dimensiones necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes, siendo la longitud mínima de la arquera de m.

En la arqueta los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable, los tubos se taponarán debidamente de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. También se sellarán los tubos vacíos. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable, como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado de resistencia mecánica suficiente, provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia. Si las arquetas no son registrables, se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se extenderá una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

### 1.2.6 ENTUBADOS ESPECIALES.

Cuando las condiciones particulares de una obra determinada lo requieran, la canalización será con tubo. Si dicha canalización supera los 20 m. se cumplirá lo indicada para el cruzamiento de calzada.

Los tubos estarán hormigonados en todo su recorrido cuando la canalización se realice por calzada o en acera con entrada de vehículos pesados, caso de realizarse por acera normal se nivelará el fondo de la zanja, después de echar una capa de arena fina o tierra cribada, recibiendo las uniones con mortero de cemento evitando que se filtre éste por las citadas uniones, para que la superficie interior del tubo quede completamente limpia.

### 1.2.7 TENDIDO.

El transporte de las bobinas de cable se realizará sobre camiones o remolques apropiados. Las bobinas estarán convenientemente calzadas y no se podrán retener con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina sobre la capa exterior del cable enrollado.

La carga y descarga se realizará mediante barrones que pasen por el eje central de la bobina y con los medios de elevación adecuados a su peso; no se dejarán caer al suelo desde un camión o remolque.

Los desplazamientos de las bobinas sobre el suelo rodándolas se realizarán en el sentido de rotación indicado generalmente con una flecha en la bobina, con el fin de evitar que se afloje el cable.

En el fondo de la zanja se preparará un lecho de arena de las características indicadas, de 5 cm. de espesor, que ocupe todo su ancho.

Antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento las zanjas abiertas para comprobar que se encuentran sin piedras y otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido. Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre presente que el radio de curvatura de los cables no será inferior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro, una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. El cable se guiará por medio de una cuerda sujeta al extremo del mismo y por una funda de malla metálica-

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando de la vena del cable, al que se habrá adosado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción igual o inferior al indicado por el fabricante del cable.

Antes de su colocación definitiva, los cables serán identificados reunidos en mazos, juntando los cuatro conductores de cada línea y comprobando que sus secciones, naturaleza y tipo son las indicadas en el proyecto.

Los conductores serán colocados en su posición definitiva tanto en las zanjas como en las galerías, siempre a mano, sin utilizar palancas y otros útiles; quedarán perfectamente alineados en las posiciones indicadas en el proyecto.

Para identificar los cables unipolares se marcarán con cintas adhesivas de PVC estas marcas de identificación estarán colocadas cada 1,5 m. Y sin coincidir con las cintas de señalización se pondrán unas vueltas de cinta adhesiva de PVC de color negro que agrupe a los conductores y los mantenga unidos.

En los cruces entubados no se permitirá el paso de dos circuitos por el mismo tubo.

Cuando en una zanja coincidan líneas de distintas tensiones, se situarán en bandas horizontales a distinto nivel, de forma que en cada banda se agrupen los cables de igual tensión. La separación mínima entre



cada dos bandas será de 25 cm. La separación entre dos líneas en la misma banda será de 0,07 m. como mínimo.

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

En las zanjas normales de 35 cm. de anchura se podrá colocar por banda como máximo, dos circuitos.

Cuando se coloquen por banda más de los circuitos indicados, se abrirá una zanja de anchura especial teniendo siempre en cuenta las separaciones mínimas de 0,07 cm. entre líneas. No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm. de arena fina y la protección de rasilla y sus extremos protegidos convenientemente para asegurar su estanqueidad.

Antes del tapado de los conductores con la segunda capa de arena, se comprobará que durante el tendido no se han producido erosiones en la capa protectora exterior.

### **1.2.8 PROTECCIONES.**

En las canalizaciones se colocará una cinta de cloruro de polivinilo denominada "Atención a la existencia de cable", con el anagrama de la empresa suministradora. Se colocarán a lo largo de la canalización en tira por cada circuito y en la vertical del mismo.

### **1.2.9 RELLENO DE LAS ZANJAS.**

Una vez colocadas las protecciones del cable señalizadas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra, arena, todo-uno o zahorras en tongadas de 10 cm.

El cierre de las zanjas se realizará por capas cuyo espesor original sea inferior a 10cm., compactándose inmediatamente cada una de ella antes de proceder al vertido de la capa siguiente.

En las zanjas realizadas en aceras o calzadas con base de hormigón, el relleno de la zanja con tierras compactadas no sobrepasará la cota inferior de dichas bases. El material de aportación para el relleno de las zanjas estará compuesto por elementos con un tamaño máximo de 10 cm. y su grado de humedad será el necesario para obtener la densidad exigida en las ordenanzas municipales, una vez compactados.

### **1.2.10 REPOSICION DE PAVIMENTOS.**

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por organismos competentes o por el propietario.

Para la reconstrucción de las soleras de hormigón de las aceras, una vez concluido el relleno de las zanjas, se extenderá una capa de hormigón de las características descritas en el apartado 2.1.16, de ancho igual al de la zanja y de 12 cm de espesor como mínimo.

En la reconstrucción de las bases de hormigón de las calzadas, se procederá del mismo modo que en las aceras pero con espesores mínimos de 30 cm.

Una vez transcurrido el plazo necesario para comprobar que el hormigón ha adquirido la resistencia suficiente, se procederá a la reconstrucción de los pavimentos o capas de rodadura.

Para la reconstrucción de pavimentos de acera de cemento, se extenderá sobre la solera de hormigón un mortero de dosificación 170 Kg o 200 Kg en el que una vez aislado, se restablecerá el dibujo existente.



Para la reconstrucción de los pavimentos de losetas hidráulicas se extenderá sobre la solera de hormigón un mortero semiseco de dosificación 170 o 200 Kg, y una vez colocadas las losetas hidráulicas se regarán, primero con agua y luego con una lechada de cemento. En ningún caso se realizará la reconstrucción parcial de una loseta hidráulica. De darse tal necesidad se comenzará por levantar, previamente, la parte precisa para que el proceso afecte a losetas hidráulicas completas.

En la reconstrucción de capas de rodadura de empedrado sobre hormigón se extenderá un mortero semiseco de 170 o 200 Kg de dosificación sobre la infraestructura de hormigón.

Una vez colocado el adoquín, se regará primero con agua y luego con una lechada de cemento. El pavimento reconstruido se mantendrá cerrado al tránsito durante el plazo necesario para que adquiera la consistencia definitiva.

Para la reinstalación de bordillos, bien graníticos o prefabricados de hormigón, se colocarán siempre sentados sobre hormigón H 160 y mortero de 170 o 200 Kg de dosificación. La solera de hormigón tendrá un espesor mínimo de 30 cm.

Para la reconstrucción de la capa de rodadura de aglomerado asfáltico o asfalto fundido se levantará del pavimento existente una faja adicional de 5 cm. de anchura a ambos lados del firme de hormigón, cortados verticalmente.

Una vez terminados los sobrantes producidos y limpia la totalidad de la superficie, se procederá a la extensión del nuevo material que tendrá idénticas características que el existente, sobre la infraestructura de hormigón ya creada. Después de su compactación, el pavimento reconstruido se mantendrá cerrado al tránsito durante el plazo necesario para que adquiera la consistencia definitiva.

La reconstrucción de pavimentos o capas de rodadura de tipo especial, tales como losa granítica, asfalto fundido, loseta asfáltica, etc., se realizará adaptando las normas anteriores al caso concreto de que se trate.

Una vez terminada la reposición de los pavimentos, éstos presentarán unas características homogéneas con los pavimentos existentes, tanto de materiales como de colores y texturas.

### **1.2.11 MONTAJES.**

Los terminales colocados en los conductores para su conexión a los cuadros, serán de características adecuadas a la sección y naturaleza de los cables.

Estarán firmemente sujetos a las cuerdas de los conductores utilizando las técnicas indicadas por sus fabricantes, tanto para la limpieza del aluminio como para la ejecución de las entalladuras o punzamientos necesarios para su sujeción,

Las prensas hidráulicas o tenazas de presión necesarios para la compresión de los terminales sobre los conductores serán los recomendados por los fabricantes de los terminales y estarán dotados de las matrices adecuadas al tipo de terminal.

Los terminales estarán sujetos a las palas de las bases portafusibles intercalando entre palas de las terminales una arandela plana y una elástica entre la arandela plana y la tuerca que proporcionen una presión de contacto constante aunque varíe la temperatura del conjunto.

Los tornillos empleados para la sujeción de los terminales tendrán las características descritas en el apartado de tornillería.

Estarán convenientemente apretados por un par de apriete igual al recomendado por el fabricante de los terminales.

Los terminales estarán señalizados con los colores indicados en el apartado de tendido. Las cintas de identificación se colocarán de forma que no oculten las entalladuras de los terminales para permitir la comprobación de la correcta ejecución de la compresión.

Su situación en la CGP será (mirando la caja de frente) a la izquierda, el conductor neutro de color azul y a continuación, de izquierda a derecha las fases, blanco, rojo y marrón.

El montaje de los empalmes se realizará siguiendo las instrucciones y normas del fabricante o en su defecto las indicadas por la empresa suministradora.

Los manguitos para la unión de las cuerdas serán exclusivamente los indicados por el fabricante y su montaje se realizará con las técnicas y herramientas que indique.

El aislamiento primario de los conductores se reconstruirá con los materiales aceptados por Iberdrola.

### **1.2.12 PLANOS.**

Una vez terminada la obra, su situación en relación con las calles, aceras, edificaciones, etc., quedará reflejada en los croquis del trazado realizado según las indicaciones de la empresa suministradora. Además de la obra realizada, figurarán cuantos datos sean necesarios para modificar los croquis existentes y adecuarlos a la nueva situación.

Los planos se ajustarán a la obra realizada. En estos planos quedarán asimismo reflejados cuantos datos sean necesarios para adecuar la red existente a la nueva situación.

### **1.2.13 VARIOS.**

En las salidas aéreas de los cables subterráneos de B, éstos estarán protegidos mecánicamente por tubos aislantes de grado de protección IPXX7 de al menos 6 cm. de diámetro, que se colocarán de forma que no dañen a los cables y queden fijos a la columna, poste y obra de fábrica sin molestar al tráfico normal de la zona. Estarán empotrados en el terreno 50 cm. aproximadamente y tendrán 250 cm. de altura sobre él. Cada circuito se alojará en un tubo.

Los tramos de cable por encima de la protección mecánica serán engrapados convenientemente de manera que se repartan los esfuerzos sin dañar su cubierta de protección.

La embocadura superior de los tubos será sellada convenientemente con materiales que no ataquen la cubierta protectora del cable.

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

Antes de la puesta en servicio definitivo de las redes, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento.

Se realizarán las comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

#### **1.4 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.**

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos público competente, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por técnico competente y visado por el colegio profesional.
- Certificación de fin de obra.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.
- Protocolo de los ensayos normalizados por Iberdrola.
- Certificado de instalaciones eléctricas
- Documento de cesión de instalaciones.

#### **1.5 LIBRO DE ÓRDENES.**

Se dispondrá durante la ejecución de las obras de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas.

#### **1.6 PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA.**

El plazo de ejecución se establece en seis meses desde la fecha de replanteo

El plazo de garantía de la obra terminada será de un año.

#### **1.7 PRUEBAS REGLAMENTARIAS.**

- Medida del aislamiento entre conductores y sistema de tierra.
- Medida del aislamiento entre conductores.
- Comprobación de orden de fases
- Comprobación de continuidad de las líneas.

### **2 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EXTERIORES.**

#### **2.1 OBJETO.**

El objeto de este documento es dar cumplimiento al 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 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.

Asimismo este Estudio Básico de Seguridad y Salud da 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 las medidas de protección y prevención correspondientes.

En base a este Estudio Básico de Seguridad y Salud, el Contratista elaborará su Plan de Seguridad y Salud, en el que tendrá en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

---

## 2.2 CAMPO DE APLICACIÓN.

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud es de aplicación en los trabajos de construcción de líneas subterráneas, aéreas y centros de transformación que se realizan dentro del ámbito de distribución de Iberdrola.

## 2.3 MEMORIA.

### 2.3.1 ASPECTOS GENERALES.

El Contratista acreditará ante IBERDROLA, la adecuada formación y adiestramiento de todo el personal de la obra en material de Prevención y Primeros Auxilios, de forma especial, frente a los riesgos eléctricos y de caída de altura.

La Dirección Facultativa 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 y teléfonos de estos servicios deberá ser colocada de forma visible en lugares estratégicos de la obra.

Antes de comenzar la jornada, los mandos procederán a planificar los trabajos de acuerdo con el plan establecido, informando a todos los operarios claramente las maniobras a realizar, los posibles riesgos existentes y las medidas preventivas y de protección a tener en cuenta para eliminarlos o minimizarlos. Deben cerciorarse de que todos lo han entendido.

### 2.3.2 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.

En función de las obras a realizar y de las fases de trabajo de cada una de ellas, se indican en los Anexos los riesgos más comunes, sin que su relación sea exhaustiva.

La descripción e identificación generales de los riesgos indicados amplios los contemplados en la Guía de referencia para la identificación y evaluación de riesgos en la Industria Eléctrica de AMYS, y es la siguiente:

#### DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS:

Caída de personas al mismo nivel: Este riesgo puede identificarse cuando existen en el suelo obstáculos o sustancias que pueden provocar una caída por tropiezo o resbalón.

Puede darse también por desniveles del terreno, conducciones o cables, bancadas o tapas sobresalientes del terreno, por restos de materiales varios, barro, tapas y losetas sin buen asentamiento, pequeñas zanjias y hoyos, etc.

Caída de personas a distinto nivel: Existe este riesgo cuando se realizan trabajos en zonas elevadas en instalaciones que, en este caso por construcción, no cuenta con una protección adecuada como barandilla, murete, antepecho, barrera, etc., Esta situación de riesgo está presente en los accesos a estas zonas. Otra posibilidad de existencia de este riesgo lo constituyen los huecos sin protección ni señalizaciones existentes en pisos y zonas de trabajo.

Caída de objetos: Posibilidad de caída de objetos o materiales durante la ejecución de trabajo en un nivel superior a otra zona de trabajo o en operaciones de transporte y elevación por medios manuales o mecánicos. Además, existe la posibilidad de caída de objetos que no se están manipulando y se desprenden de ese emplazamiento

Desprendimientos, desplomes y derrumbes: Posibilidad de desplome a derrumbamiento de estructuras fijas o temporales o de parte de ellas sobre la zona de trabajo.

Con esta denominación deben contemplarse la caída de escaleras portátiles, cuando no se emplean en condiciones de seguridad, el desplome de los apoyos, estructuras o andamios y el posible vuelco de cestas o grúas en la elevación del personal o traslado de carga.

También debe considerarse el desprendimiento o desplome de muros y el hundimiento de zanjas o galerías

Choques y golpes: Posibilidad de que se provoquen lesiones derivadas de choques o golpes con elementos tales como partes salientes de máquinas, instalaciones o materiales, estrechamiento de zonas de paso, vigas o conductos a baja altura, etc.. Y los derivados del manejo de herramientas y maquinaria con partes en movimiento.

Contactos eléctricos: Posibilidad de lesiones o daño por el paso de corriente por el cuerpo.

En los trabajos sobre líneas de alta tensión y en subestaciones es frecuente la proximidad, a la distancia de seguridad, de circuitos energizados eléctricamente en alta tensión y debe tener en cuenta que puede originarse el paso de la corriente al aproximarse, sin llegar a tocar directamente, a la parte de instalación energizada.

En las maniobras previas al comienzo de los trabajos que puede tener que desarrollar el Agente de Zona de Trabajo, cuando sea requerido para que actúe como Operador Local, puede entrar en contacto eléctrico por un error en la maniobra o por fallo de los elementos con los que opere.

Cuando se emplean herramientas accionadas eléctricamente y elementos de iluminación portátil puede producirse un contacto eléctrico en baja tensión.

7) Arco eléctrico: Posibilidad de lesiones o daño producidos por quemaduras al cebarse un arco eléctrico.

En los trabajos sobre líneas de alta tensión y en subestaciones es frecuente la proximidad, a la distancia de seguridad, de circuitos energizados eléctricamente en alta tensión y debe tenerse en cuenta que puede originarse el arco eléctrico al aproximarse, sin llegar a tocar directamente, a la parte de instalación energizada.

En las maniobras previas al comienzo de los trabajos que pueden tener que desarrollar el Agente de Zona de Trabajo, cuando sea requerido para que actúe como Operador Local, puede quedar expuesto al arco eléctrico producido por un error en la maniobra o fallo de elementos con los que opere.

Cuando se emplean herramientas accionadas eléctricamente puede producirse un arco eléctrico en baja tensión.

8) Sobreesfuerzos (Carga física dinámica): Posibilidad de lesiones músculo-esqueléticas al producirse un desequilibrio acusado entre las exigencias de la tarea y la capacidad física.

En el trabajo sobre estructuras puede darse en situaciones de manejo de cargas o debido a la posición forzada en la que se debe realizar en algunos momentos el trabajo.

9) Explosiones: Posibilidad de que se produzca una mezcla explosiva del aire con gases o sustancias combustibles o por sobrepresión de recipientes a presión.

Incendios: Posibilidad de que se produzca o se propague un incendio como consecuencia de una actividad laboral y las condiciones del lugar del trabajo.

Confinamiento: Posibilidad de quedarse recluido o aislado en recintos cerrados o de sufrir algún accidente como consecuencia de la atmósfera del recinto. Debe tenerse en cuenta la posibilidad de existencia de instalaciones de gas en las proximidades.

Complicaciones debidas a mordeduras, picaduras, irritaciones, sofocos, alergias, etc., provocadas por vegetales o animales, colonias de los mismos o residuos debidos a ellos y originadas por su decrecimiento, presencia, estancia o nidificación en la instalación. Igualmente los sustos o imprevistos por esta presencia, pueden provocar el inicio de otros riesgos.

En el Anexo 1 se contemplan los riesgos en las fases de pruebas y puesta en servicio de las nuevas instalaciones, como etapa común para toda obra nueva o mantenimiento y similares a los riesgos de la desconexión de una instalación a desmontar o retirar. En el Anexo 2 se identifican los riesgos específicos para la construcción de líneas subterráneas.

### 2.3.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN NECESARIAS PARA EVITAR RIESGOS.

En los Anexos se incluyen, junto con algunas medidas de protección, las acciones tendentes a evitar o disminuir los riesgos en los trabajos, además de las que con carácter general se recogen a continuación y en los documentos relacionados en el apartado 'Pliego de condiciones particulares', en el punto 4.

Por ser la presencia eléctrica un factor muy importante en la ejecución de los trabajos habituales dentro del ámbito de Iberdrola, con carácter general, se incluyen las siguientes medidas de prevención/protección para: Contacto eléctrico directo e indirecto de AT y BT. Arco eléctrico en AT y BT. Elementos candentes y quemaduras:

- Formación en tema eléctrico de acuerdo con lo requerido en el Real Decreto 614/2001, función del trabajo a desarrollar. En el Anexo C del MO 12.05.02 se recoge la formación necesaria para algunos trabajos, pudiendo servir como pauta.
- Utilización de EPI's (Equipos de Protección Individual)
- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas a realizar, cuando sea preciso.
- Seguir los procedimientos de descargo de instalaciones eléctricas, cuando sea preciso. En el caso de instalaciones de Iberdrola, deben seguirse los MO correspondientes.
- Aplicar las 5 Reglas de Oro, siguiendo el Permiso de Trabajo del MO 12.05.03.
- Apantallar e caso de proximidad los elementos en tensión, teniendo en cuenta las distancias del Real Decreto 614/2001
- Informar por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puntos de tensión más cercanos.

Por lo que, en las referencias que hagamos en este MT con respecto a 'Riesgos Eléctricos', se sobreentiende que se deberá tener en cuenta lo expuesto en este punto.

Para los trabajos que se realicen mediante métodos de trabajo en tensión, TET, el personal debe tener la formación exigida por el R.D. 614 y la empresa debe estar autorizada por el Comité Técnico de Trabajo en Tensión de Iberdrola.

Otro riesgo que merece especial consideración es la de caída de altura, por la duración de los trabajos con exposición al mismo y la gravedad de sus consecuencias, debiendo estar el personal formado en el empleo de los distintos dispositivos a utilizar.

Asimismo deben considerarse también las medias de prevención – coordinación y protección frente a la posible existencia de atmósferas inflamables, asfixiantes o tóxicas consecuencia de la proximidad de las instalaciones de gas.

Con carácter general deben tenerse en cuenta las siguientes observaciones, disponiendo el personal de los medios y equipos necesarios para su cumplimiento:

- Protecciones y medidas preventivas colectivas, según normativa vigente relativa a equipos y medios de seguridad colectiva
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento
- Prohibir la entrada a la obra a todo el personal ajeno
- Establecer zonas de paso o acceso a la obra
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como puntos singulares en el interior de la misma
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria
- Controlar que la carga de los camiones no sobrepase los límites establecidos y reglamentarios
- Utilizar escaleras, andamios, plataformas de trabajo y equipos adecuados para la realización de trabajos en altura con riesgo mínimo
- Acotar o proteger las zonas de paso y evitar pasar o trabajar debajo de la vertical de otros trabajos
- Analizar previamente la resistencia y estabilidad de las superficies, estructuras y apoyos a los que haya que acceder y disponer las medidas o los medios de trabajo necesarios para asegurarlas.

En relación a los riesgos originados por seres vivos, es conveniente la concienciación de su posible presencia en base a las características biogeográficas del entorno, el periodo anual, a las condiciones meteorológicas y a las posibilidades que elementos de la instalación pueden brindar (cuadros, zanjas y canalizaciones, penetraciones, etc. )

#### **2.3.4 PROTECCIONES.**



- Ropa de trabajo:
  - Ropa de trabajo, adecuada a la tarea a realizar por los trabajadores del contratista
- Equipos de protección

Se relacionan a continuación los equipos de protección individual y colectiva de uso más frecuente en los trabajos que desarrollan para Iberdrola. El Contratista deberá seleccionar aquellos que sean necesarios según el tipo de trabajo.

- Equipos de protección individual (EPI), de acuerdo con las normas UNE EN
  - Calzado de seguridad
  - Casco de seguridad
  - Guantes aislantes de la electricidad BT y AT
  - Guantes de protección mecánica
  - Pantalla contra proyecciones
  - Gafas de seguridad
  - Cinturón de seguridad
  - Discriminador de baja tensión
  - Equipo contra caídas desde alturas (arnés anticaída, pértiga, cuerdas, etc.)
    - Protecciones colectivas
  - Señalización: cintas, banderolas, etc.
  - Cualquier tipo de protección colectiva que se pueda requerir en el trabajo a realizar, de forma especial, las necesarias para los trabajos en instalaciones eléctricas de Alta y Baja Tensión, adecuadas al método de trabajo y a los distintos tipos y características de las instalaciones.
  - Dispositivos y protecciones que eviten la caída del operario tanto en el ascenso y descenso como durante la permanencia en lo alto de la estructura y apoyos: línea de seguridad, doble amarre o cualquier otro dispositivo o protección que evite la caída o aminore sus consecuencias: redes, aros de protección...
- Equipos de primeros auxilios y emergencias:
    - Botiquín con los medios necesarios para realizar curas de urgencia en caso de accidente. Ubicado en el vestuario u oficina, a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa Contratista. En este botiquín debe estar visible y actualizado el teléfono de los Centros de Salud más cercanos así como el del Instituto de Herpetología, centro de Apicultura, etc.

Se dispondrá en obra de un medio de comunicación, teléfono o emisora, y de un cuadro con los números de los teléfonos de contacto para casos de emergencia médica o de otro tipo.

- Equipo de protección contra incendios:



- Extintores de polvo seco clase A, B, C de eficacia suficiente, según la legislación y normativa vigente.

### **2.3.5 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.

#### **2.3.5.1 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.**

La situación de la obra a realizar y el tipo de la misma se deberán recoger en un anexo específico para la obra objeto del estudio básico de seguridad y salud concreto.

Se deberán tener en cuenta las dificultades que pudieran existir en los accesos. Estableciendo los medios de transporte y traslado más adecuados a la orografía del terreno.

#### **2.3.5.2 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.**

El suministro de energía provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora, proporcionando los puntos de enganche necesarios. Todos los puntos de toma de corriente, incluidos los provisionales para herramientas portátiles, contarán con protección térmica y diferencial adecuada.

#### **2.3.5.3 SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.**

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

#### **2.3.5.4 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 el medio ambiente.

### **2.3.6 AVISO PREVIO DEL COMIENZO DE LOS TRABAJO A LA AUTORIDAD LABORAL.**

Se pasará aviso previo del comienzo de trabajos a la Autoridad Laboral antes del inicio de los mismos, para aquellas obras con Proyecto en las que sea aplicable el Real Decreto 1627/1997.

### **2.3.7 MEDIDAS DE SEGURIDAD ESPECÍFICAS PARA CADA UNA DE LAS FASES MÁS COMUNES EN LOS TRABAJOS A DESARROLLAR.**

En el Anexo 1 se recogen las medidas de seguridad específicas para trabajos relativos a pruebas y puesto en servicio de las diferentes instalaciones.

---

## **2.4 PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES.**

### **2.4.1 NORMAS OFICIALES.**

La relación de normativa que a continuación se presentan no pretenden ser exhaustiva, se trata únicamente de recoger la normativa legal vigente en el momento de la edición de este documento, que sea de aplicación y del mayor interés para la realización de los trabajos objeto del contrato al que se adjunta este Estudio Básico de Seguridad y Salud

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales
- Decreto del 28/11/69 Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y R.D. 842/2002
- Ley 8/1980 de 20 de marzo. Estatuto de los Trabajadores
- Real Decreto 3275/1982 Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, y las Instrucciones Técnicas Complementarias
- Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio. Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social
- Real Decreto 39/1995, de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención
- Real Decreto 485/1997... en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo
- Real decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo
- Real Decreto 487/1997...relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores
- Real Decreto 773/1997...relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal
- Real Decreto 1215/1997...relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo
- Real Decreto 1627/1997, de Octubre. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción
- Real Decreto 614/2001...protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Cualquiera otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia de este documento

### **2.4.2 NORMAS DE IBERDROLA.**

- Prescripciones de Seguridad para trabajos mecánicos y diversos de AMYS
- Prescripciones de Seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas AMYS
- MO 12.05.02 'Plan Básico de Prevención de Riesgos para Empresas Contratistas'
- Otras Normas y Manuales Técnicos de Iberdrola que puedan afectar a las actividades desarrolladas por el contratista, cuya relación se adjuntará a la petición de oferta.

### **2.4.3 PREVISIONES E INFORMACIONES ÚTILES PARA TRABAJOS POSTERIORES.**

---

Entre otras se deberá disponer de:

- Instrucciones de operación normal y de emergencia
- Señalización clara de mandos de operación y emergencia
- Dispositivos de protección personal y colectiva para trabajos posteriores de mantenimiento
- Equipos de rescate y auxilio para casos necesarios.

## **2.5 CORONAVIRUS-COVID 19 CONOCIMIENTOS BÁSICOS Y PROTECCIÓN EN EL AMBITO DE LA EMPRESA Y EN TRABAJOS EN EL EXTERIOR.**

### **2.5.1 QUE ES EL CORONAVIRUS, SINTOMAS.**

Los coronavirus son una familia de virus que causan infección en los seres humanos y en una variedad de animales, incluyendo aves y mamíferos como camellos, gatos y murciélagos.

El COVID 19 es la enfermedad causada por un virus de la familia de los coronavirus y que se le ha denominado SARS-CoV-2.

Se trata por tanto de una enfermedad zoonótica, lo que significa que puede transmitirse de los animales a los humanos.

En algunos casos pueden ser asintomáticos y esta población afectada todavía se desconoce su capacidad de contagio.

La mayoría de los casos son síntomas leves como tos, fiebre, diarrea, dolores abdominales, sensación de falta de aire o similares a un resfriado común.

Hay síntomas que pueden provocar dudas como son las alteraciones del gusto y del olfato, pero todavía no se han incluido como síntomas sospechosos.

Casos detectados más graves tienen síntomas similares a los de los virus del Síndrome Respiratorio Agudo Grave (por sus siglas en inglés, SARS) y del Síndrome Respiratorio de Oriente Próximo (MERS-CoV). Puede causar neumonía, dificultad importante para respirar, fallo renal e incluso la muerte. Generalmente estos casos ocurren en personas de edad avanzada o que padecen alguna enfermedad crónica, como enfermedades del corazón, del pulmón o inmunodeficiencias.

### **2.5.2 FORMAS DE INFECCIÓN, TRATAMIENTO.**

La fuente primaria más probable de la enfermedad producida por el SARS-CoV-2 es de origen animal. En este momento parece claro que el reservorio del virus es el murciélago, mientras que se sigue investigando acerca del animal hospedador intermediario, habiendo controversia entre el pangolín y otros. Parece que la transmisión es por contacto estrecho con las secreciones respiratorias que se generan con la tos o el estornudo de una persona infectada.

#### **Tratamiento**

No existe un tratamiento específico contra el COVID 19. Se están empleando algunos antivirales que han demostrado cierta eficacia en estudios recientes.

A día de hoy (principios de Septiembre de 2020) cuando se ha redactado este documento, algunos países como Rusia dicen tener una vacuna eficaz contra el virus desde el 15 de Agosto. Esta vacuna ha empezado a producirse y ha sido recibida con cierta preocupación por toda la comunidad científica, debida

a la poca información que se ha proporcionado de este tratamiento o la velocidad de producción del fármaco.

Este país prevé iniciar la vacunación de personal médico y otros grupos de riesgo a principio de este mismo mes de Septiembre de 2020 donde nos encontramos ahora mismo ante ciertos temores de rebrotes de la enfermedad en el país, aunque la vacunación en masa aun tendrá que esperar unos meses más.

España también está en la carrera por conseguir una vacuna eficaz contra la enfermedad y recientemente hay tratamientos en fase 2 donde se proba el fármaco en ciertos grupos de personas previsiblemente antes de finales de este presente año.

### **2.5.3 MEDIOS DE PROTECCIÓN EN EL LUGAR DE TRABAJO.**

Las políticas de limpieza y desinfección de lugares y equipos de trabajo, son importantes medidas preventivas.

Es crucial asegurar una correcta limpieza de las superficies y de los espacios. Se realizará una limpieza diaria de todas las superficies, haciendo hincapié en aquellas de contacto frecuente como pomos de puertas, barandillas, etc.

Pautas del lavado de manos y limpieza de objetos personales. El lavado de manos se deberá realizar:

- Antes de comer.
- Después de estornudar, toser o sonarse la nariz.
- Después de usar el baño.
- Antes de manipular alimentos.
- Después de tocar o limpiar superficies que puedan estar contaminadas.
- Después de usar o compartir equipos como el tablero o el ratón de los ordenadores personales.
- Eliminar el contacto físico entre personas en los saludos diarios (ni besos ni apretones de mano).
- La formación deberá realizarse preferiblemente mediante videoconferencia y en el caso que deba ser presencial, se hará en lugares abiertos o bien ventilados, garantizando la separación de 2 metros entre alumnos.
- Se repartirán toallitas desinfectantes para que cada persona desinfecte sus útiles de trabajo que no deben compartirse.
- Se realizarán turnos de comedor para que se mantenga la separación mínima de 2 metros de distancia.
- Uso de mascarilla obligatoria en todo el recinto de la empresa se pueda mantener la distancia de seguridad o no
- Prohibición de fumar en la calle o en sitios habilitados dentro de la empresa si no se puede respetar la distancia de seguridad de 2 metros.

### **2.5.4 LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN.**

Debemos diferenciar que es limpieza y desinfección porque son cosas distintas. La **limpieza** se refiere sólo al uso del agua y del jabón para hacer desaparecer la suciedad y la mayoría de los gérmenes. La **desinfección**, en cambio, se refiere al uso de soluciones limpiadoras **que** contienen ingredientes **que** matan a las bacterias y otros gérmenes.

### **Limpieza**

Utilizar una mezcla de agua y jabón para las superficies de contacto frecuente. Para que la lejía sea eficaz hay que limpiar previamente las superficies con bayetas húmedas, para recoger el polvo.

### **Desinfección.**

La desinfección, por ejemplo, ocurre cuando limpiamos superficies y objetos utilizando productos con poder virucidas y es un nivel superior a la limpieza. No obstante, los desinfectantes no pueden eliminar esporas cosa que sí es posible mediante la esterilización. Con una desinfección alcanzamos un nivel de limpieza 'adecuado', mientras que con la esterilización, el nivel es 'extremo'.

Existe evidencia de que los coronavirus se inactivan en contacto con una solución de hipoclorito sódico con una concentración al 0,1%, etanol al 62-71% o peróxido de hidrógeno al 0,5% en un minuto. Es importante que no quede humedad en la superficie que limpiemos y es recomendable utilizar toallitas con desinfectante para elementos que utilicemos frecuentemente. Se utilizaran detergentes y desinfectantes habituales autorizados para tal fin, con efecto virucidas y para las superficies se utilizará material textil desechable.

Este nuevo coronavirus se transmite de persona a persona, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), a través de las gotas respiratorias. No obstante, este virus es también capaz de sobrevivir en superficies y objetos durante un tiempo.

En este sentido, la lejía doméstica puede ser muy efectiva para la desinfección de la casa y objetos para evitar posibles transmisiones. La limpieza y desinfección de espacios como mesas, sillas, pomos, picaportes, inodoros, espejos, tiradores y otras superficies y elementos deberá ser periódica y utilizar dos bayetas, una húmeda para recoger el polvo y otra distinta para aplicar la disolución de lejía.

Este producto, es ideal para la limpieza de objetos personales donde no es necesaria una preparación del elemento, es decir, no primeramente una limpieza con agua y jabón y posteriormente con el desinfectante. Por ello, la limpieza y desinfección para objetos pequeños y con mucho uso es ideal el uso de etanol, con alcohol al 70%.

### **2.5.5 ACTUACIÓN EN CASO DE CONTAGIO.**

Es importante identificar a todo el personal que atiende a los casos en investigación, probables o confirmados de infección por SARS-CoV-2. Para ello, se realizará un registro de todo el personal que haya entrado en contacto. El riesgo deberá ser evaluado de manera individualizada. La empresa deberá:

- Tramitar la baja laboral de ese empleado a través de la SS.
- Asegurarse que el trabajador informa a las autoridades sanitarias de su enfermedad (en el caso que se hubiera diagnosticado de modo privado, fuera del servicio público de salud)
- A partir de ese momento ese trabajador no podrá acceder a la empresa hasta que se lo autoricen los médicos dándole el alta.
- Reforzar inmediatamente las medidas de prevención generales de LA EMPRESA. Especialmente importante será la limpieza de todas las superficies metálicas y plásticas que hubiera en la empresa, y sobre todo aquellas con las que el empleado infectado hubiera estado en proximidad. Reforzar inmediatamente las medidas de prevención del propio EMPLEADO.

Cualquier otra actuación a realizar será la recomendada por las autoridades sanitarias.

## 2.6 BIBLIOGRAFÍA.

Fuentes propias del centro de trabajo al que pertenezco, del cual soy el prevencionista de riesgos laborales, así como documentación de cursos realizados en materia de prevención en PRL del grupo OTP.

## 2.7 ANEXO 1.

### PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
1. Pruebas y puesta en servicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes</li> <li>• Heridas</li> <li>• Caídas</li> <li>• Atrapamientos</li>   <li>• Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT. Arco eléctrico en AT y BT. Elementos cadentes y quemaduras</li>   <li>• Presencia de animales, colonias,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento equipos y utilización de EPI's</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Adecuación de las cargas</li> <li>• Control de maniobras Vigilancia continuada. Utilización de EPI's</li> <li>• Coordinar con Iberdrola la secuencia de maniobras a realizar.</li> <li>• Aplicar las 5 reglas de oro.</li> <li>• Apantallar los puntos con tensión más cercanos.</li> <li>• Prevención antes de aperturas de armarios, etc.</li> </ul>

	etc.	
--	------	--

**2.8 ANEXO 2.**
**CONSTRUCCION DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS**

Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
1. Acopio, carga y descarga (Recuperación de chatarras)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes</li> <li>• Heridas</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Ataques o sustos por animales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento equipos</li> <li>• Utilización de EPI´s</li> <li>• Adecuación de cargas</li> <li>• Control de maniobras Vigilancia continuada. Utilización de EPI´s</li> <li>• Revisión del entorno</li> </ul>
2. Excavación, hormigonado e izado apoyos (Desmontaje de apoyos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas al mismo nivel</li> <li>• Caídas a diferente nivel</li> <li>• Exposición al gas natural</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Desprendimientos</li> <li>• Golpes y heridas</li> <li>• Oculares, cuerpos extraños</li> <li>• Riesgos a terceros</li> <li>• Sobreesfuerzos</li> <li>• contacto eléctrico</li> <li>• atrapamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orden y Limpieza</li> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente</li> <li>• Identificación de canalizaciones</li> <li>• Utilización de EPI´s</li> <li>• Entibamiento</li> <li>• Utilización de EPI´s</li> <li>• Utilización de EPI´s</li> <li>• Vallado de seguridad</li> <li>• Utilizar fajas de protección lumbar</li> <li>• Control de maniobras y vigilancia continuada de la zona de excavación.</li> <li>• (Análisis previo de las condiciones de tiro y equilibrio y atirantado o medios de trabajo específico)</li> </ul>

<p>3. izado y acondicionamiento del cable en apoyo LA</p> <p>(Desmontaje de armados)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas desde altura</li>   <li>• Golpes y heridas</li> <li>• Atrapamientos</li>   <li>• Caídas de objetos</li>   <li>• Desplome o rotura del apoyo o estructura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Control de maniobras y vigilancia continuada</li> <li>• Utilización de EPI's</li>   <li>• Revisión del entorno</li> <li>• Análisis previo de las condiciones de tiro y equilibrio y atirantado o medios de trabajo específico</li> </ul>
<p>4. tendido, empalme y terminales de conductores</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vuelco de maquinaria</li>   <li>• Caídas desde altura</li>   <li>• Golpes y heridas</li> <li>• Atrapamientos</li>   <li>• Caída de objetos</li> <li>• Sobreesfuerzos</li>   <li>• Riesgos a terceros</li>   <li>• Quemaduras</li> <li>• Ataque de animales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de las máquinas de tracción.</li> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Control de maniobras y vigilancia continuada</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Utilizar fajas de protección lumbar</li> <li>• Vigilancia continuada y señalización de riesgos</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Revisión del entorno</li> </ul>
<p>5. engrapado de soportes en galerías</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas desde altura</li>   <li>• Golpes y heridas</li> <li>• Atrapamientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Control de maniobras y vigilancia continuada</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Utilizar fajas de</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caída de objetos</li> <li>• Sobreesfuerzos</li> </ul>	protección lumbar
--	--	-------------------

### 3 GESTIÓN DE RESIDUOS.

Según RD 105/2008 de 1 de febrero se deberá contemplar la gestión de los residuos procedentes de la construcción y demolición con el fin de fomentar su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de dar valor, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción.

Los residuos que pueden generar las obras de construcción y demolición en la construcción de líneas subterráneas son las siguientes:

(Lista Europea de Residuos según Orden MAM 304/2002)

- Residuos de tejidos vegetales (02 01 03).- se incluye el producto del desbroce del terreno existente en el área sobre que la se actúa.
- Hormigón (17 01 01).- se incluye el producto de la demolición de obras de fábrica de hormigón en masa, la demolición de pavimento de hormigón y muros.
- Madera (17 02 01).- Se trata de las maderas utilizadas para la realización, entre otros, de algún encofrado de pequeñas dimensiones.
- Mezclas bituminosas (17 03 02).- Se trata por una parte del fresado y la demolición de pavimento bituminoso, y por otra del posible vertido accidental de mezclas bituminosas que pudieran ocurrir durante su extendido.
- Hierro y acero (17 04 05).- Principalmente, los metales generados en obra serán el hierro y el acero de la retirada de vallas y señales existentes y el procedente de la armadura (ferralla) sobrante de las obras auxiliares.
- Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas (17 05 03).-Serían las tierras con vertidos accidentales de aceites.
- Plástico (17 02 03), papel (20 01 01) y basura (20 02 01).
- Tierras y piedras (17 05 04).- serían las obtenidas de la tierra natural.

#### 3.1 MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN OBRA.

Toda la construcción es en terreno consolidado de acera y viales El material obtenido es el proveniente del corte superficial y la tierra natural del zanjado.

Las zanjas y cimentaciones se ajustarán al trazado y dimensiones de proyecto.

El volumen de hormigón solicitado se ajustará al necesario para la reposición de la acera y hormigonado de los tubos de cruce de calzada.

#### 3.2 MEDIDAS PARA LA REUTILIZACIÓN.

---

El terreno sobre el que se actúa es acera y viales.

Las tierras y restos de la construcción obtenidas de la excavación de las zanjas y cimentaciones se trasladarán a vertedero autorizado.

### **3.3 MEDIDAS PARA EL RECICLADO.**

Los materiales para reciclar que se obtendrán son el cartón de embalaje de los accesorios de la línea y las bolsas de plástico que los recubren.

Estos materiales se trasladarán a vertedero autorizado para su reciclaje.

Los residuos generados por los obreros podrán disponerse en los contenedores de la basura urbana.

### **3.4 MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA.**

Los residuos procedentes de la demolición de construcciones se acopiarán de forma separada en espacios ubicados dentro de las zonas que lo generan y en ningún caso ocuparán los viales.

Estos acopios se irán evacuando progresivamente a través de gestores autorizados, no superando nunca la cantidad acopiada las fracciones establecidas en el apartado 5 del artículo 5 del RD105/2008.

Hormigón: 80 t.

Ladrillos, tejas, cerámicos: 40 t.

Metal: 2 t.

Madera: 1 t.

Vidrio: 1 t.

Plástico: 0,5 t.

Papel y cartón: 0,5 t.



### **3.5 ESTIMACIÓN DE RESIDUOS PROCEDENTES DE LAS OBRAS.**

Las tierras y piedras con código 17 05 04 su volumen se estima en 35 m<sup>3</sup>.

Hormigón (17 01 01).- se incluye el producto de la demolición de obras de fábrica de hormigón en masa, la demolición de pavimento de hormigón y muros se estima en 5,20 m<sup>3</sup>.

Mezclas bituminosas (17 03 02).- Se trata por una parte del fresado y la demolición de pavimento bituminoso, y por otra del posible vertido accidental de mezclas bituminosas que pudieran ocurrir durante su extendido se estima en 1,8 m<sup>3</sup>.

El cartón procedente de los embalajes se estima en 40 kg.

El plástico procedente de la protección de los accesorios se estima en 20 kg.

### **3.6 COMPROMISO CON LA GESTIÓN DE RESIDUOS.**

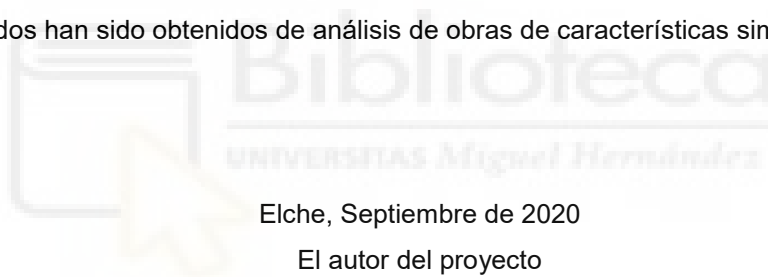
Antes del inicio de la obra el Contratista adjudicatario estará obligado a presentar un plan que reflejará como llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de la construcción y demolición que se vayan a producir. El plan una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

Cuando los residuos de construcción y demolición se entreguen a un gestor de residuos autorizado hará constar la entrega en un documento fehaciente en el que figurará la identificación del poseedor, del productor, la obra de procedencia y la cantidad en toneladas o metros cúbicos codificado con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero.

### 3.7 COSTE PREVISTO PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.

CÓDIGO	Cantidad	Coste gestión €/ud	IMPORTE €
17 05 04	35,00 m3	2,30	80,50
17 01 01	5,20 m3	3,90	20,28
17 03 02	1,8 m3	4	7,20
Cartón	40 Kg	1,5	60
Plástico	20 Kg	1,5	30
Coste de gestión, tasas depósito en vertedero, camión porta contenedor para carga y descarga			350,00
PRESUPUESTO GESTIÓN DE RESIDUOS			547,98

Los precios indicados han sido obtenidos de análisis de obras de características similares.



Elche, Septiembre de 2020

El autor del proyecto

Fdo. Jerónimo Benito Crouseilles