



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO INDUSTRIAL

Alumno: Manuel Jesús Montoro García

Tutor: Manuel Gómez González

Depto.: Departamento de Ingeniería Eléctrica.

Junio, 2020

Resumen

El objetivo del proyecto consiste en llevar a cabo el dimensionamiento de las instalaciones eléctricas necesarias para dotar de suministro eléctrico un polígono para uso industrial que actualmente existe como polígono agrícola. Se proyecta la construcción de nuevo tramo de línea subterránea PLG_BAEZA de 25 KV que alimentará eléctricamente los nuevos Centros de Transformación prefabricados a instalar de características PFU 5 y reforma del Centro de Transformación existente N° 33387 para alcanzar la potencia suficiente para cubrir las necesidades de las naves industriales previstas a instalar por los solicitantes. Ejecución de nuevas líneas subterráneas de Baja Tensión y acometidas para suministros de potencia con el propósito de alimentar en baja tensión desde cada uno de los centros de transformación hasta los nuevos suministros, objetos del presente proyecto, donde se realiza la modificación total de potencia de un polígono agrícola para cambiar el uso del mismo.

Con el presente proyecto se pretende establecer las características que habrá de cumplir dicha instalación, con el fin de obtener los diferentes permisos de realización y legalización para llevar a cabo el proyecto descrito a continuación. Donde se deberá obtener el permiso necesario de la Administración Pública e Industria sobre la realización del proyecto.

Documentos del Proyecto

Índice

- 1. Memoria**
- 2. Cálculos Justificativos**
- 3. Planos**
- 4. Pliego de Condiciones técnicas**
- 5. Presupuesto**
- 6. Estudio Básico de Seguridad y Salud.**
- 7. Bibliografía**

INDICE

INDICE	3
1. MEMORIA	9
1.1 Objeto del proyecto	9
1.2 Titulación de la instalación.....	9
1.3 Descripción de la propuesta	9
1.4 Antecedentes.....	10
1.5 Tramitación administrativa.....	10
1.6 Clasificación del suelo.....	10
1.7 Reglamentación y normativa.....	11
1.7.1 Reglamentación.....	11
1.7.2 Normas de Endesa Distribución.....	12
1.8 SIGLAS.....	12
1.9 Emplazamiento.....	12
1.10 Descripción general.....	13
1.11 Niveles de Tensión.....	15
1.12 Líneas subterráneas de Media Tensión a 25 KV.....	16
1.12.1 Canalización.....	16
1.12.2 Arquetas de registro.....	17
1.12.3 DESCRIPCION DE LOS MATERIALES.....	17
1.12.4 Descripción de la Línea de MT.....	21
1.12.5 Calculo Eléctrico.....	22
1.12.6 Tierra.....	22
1.13 Centros de transformación.....	22
1.13.1 Edificio.....	22
1.13.2 Celdas de media tensión.....	25
1.13.3 Transformador.....	29
1.13.4 Interconexión Celda MT - Transformador.....	31
1.13.5 Unión del transformador al cuadro de BT.....	31
1.13.6 Cuadro de baja tensión.....	32
1.13.7 Equipos Auxiliares y de Seguridad.....	32
1.13.8 Dimensionado de ventilación.....	33
1.13.9 Protección contra la contaminación.....	33
1.13.10 Protecciones.....	34
1.13.11 Instalación de puesta a tierra.....	35
1.13.12 Alumbrado del centro.....	39

1.14 Red de Baja Tensión.	39
1.14.1 Canalizaciones y arquetas	39
1.14.2 Arquetas	39
1.14.3 Conductores	40
1.14.4 Armarios y cajas	41
1.14.5 Empalmes, terminales y derivaciones	41
1.14.6 Sistemas de protección.	42
1.15 Alumbrado público exterior.	42
1.15.1 Descripción de instalación	42
1.15.2 Normativa	43
1.15.3 Alumbrado exterior	43
1.15.4 Instalación eléctrica para el alumbrado	46
1.16 Conclusiones	49
2 CALCULOS JUSTIFICATIVOS	51
2.1 Previsión de potencias para el cálculo de instalaciones.	51
2.2 Cálculos del centro de transformación interior prefabricado.	53
2.2.1 Centro de distribución.	54
2.2.2 Dimensionado del embarrado.	59
2.2.3 Cálculo de las instalaciones de PAT.	63
2.2.4 Cálculo de la ventilación del C.T.	82
2.3 Cálculos de la intensidad en Media Tensión.	83
2.3.1 Cálculos de Intensidad.	84
2.3.2 Cálculos de corriente de cortocircuito	84
2.3.3 Cálculos de caída de tensión.	85
2.3.4 Cálculos de pérdidas de tensión.	86
2.3.5 Cálculos de intensidades admisibles.	87
2.4 Cálculos de las líneas subterráneas de Baja Tensión.	89
2.4.1 Características de la instalación	89
2.4.2 Cálculos eléctricos de la línea subterránea de BT	90
2.4.3 Cálculos fusibles de baja tensión	99
2.5 Cálculo de instalaciones de alumbrado público.	101
3. PLANOS	103
4. PLIEGO DE CONDICIONES	104
4.1 Objeto	104
4.2 Alcance	104
4.3 Disposiciones generales	104
4.4 Condiciones facultativas legales	105
4.5 Seguridad en el trabajo	105

4.6	Seguridad pública	106
4.7	Organización del trabajo	106
4.7.1	Datos de la obra	106
4.7.2	Replanteo de obra	107
4.7.3	Variaciones y mejoras	107
4.7.4	Recepción del material	107
4.7.5	Organización	107
4.7.6	Facilidades para la inspección	108
4.7.7	Ensayos	108
4.7.8	Limpieza y seguridad en las obras	108
4.7.9	Medios auxiliares	108
4.8	Ejecución de obras	109
4.8.1	Subcontratación de las obras	109
4.8.2	Plazo de ejecución	110
4.8.3	Recepción provisional	110
4.8.4	Periodos de garantía	110
4.8.5	Recepción definitiva	111
4.8.6	Pago de las obras	111
4.8.7	Abono de materiales acopiados	111
4.9	Características generales y calidades de los materiales	112
4.9.1	Aceptación de los equipos	112
4.10	Condiciones técnicas de ejecución de líneas eléctricas subterráneas de Media Tensión.	113
4.10.1	Ejecución de la obra	113
4.10.2	Tendido de cables	115
4.10.3	Recepción de obra	118
4.11	Condiciones técnicas de ejecución y montaje de centros de transformación prefabricados superficie.	119
4.11.1	Realización de los accesos	119
4.11.2	Excavación y explanación	120
4.11.3	Hormigones	122
4.11.4	Puesta del hormigón en obra	122
4.11.5	Encofrados	123
4.11.6	Áridos	123
4.11.7	Arenas	123
4.11.8	Grava o árido grueso	123
4.11.9	Cemento	124
4.11.10	Agua	124

4.11.11	Control de calidad.....	124
4.11.12	Control de consistencia	124
4.11.13	Control de resistencia	124
4.11.14	Ensayos a realizar con las gravas, las arenas y el agua	124
4.12	Condiciones técnicas de obra civil en líneas eléctricas subterráneas de Baja Tension.....	125
4.12.1	Programacion de la obra.	125
4.12.2	Zanjas.....	125
4.12.3	Dimensiones y Condiciones Generales de Ejecución.	127
4.12.4	Dimensiones y Condiciones Generales de Ejecución.	128
4.12.5	Materiales.	128
4.12.6	Dimensiones y características generales de ejecución.....	128
4.12.7	Tendido de cables en galerías o tubulares.	129
4.12.8	Montajes.....	129
4.12.9	Transporte de bobinas de cables.....	129
4.13	Ejecución de la instalación eléctrica del CT prefabricado.....	130
4.13.1	INSTALACION DE CELDAS MT.....	130
4.13.2	Instalacion del transformador	130
4.13.3	Instalacion del cuadro BT	130
4.13.4	Puentes MT y BT	130
4.13.5	Puesta a tierra.....	131
4.14	Recepción de las obras.....	131
4.14.1	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO.....	131
4.14.2	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	132
4.14.3	ELEMENTOS DE MANIOBRA	132
4.14.4	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.....	132
5.	PRESUPUESTO	133
6.	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	135
6.1	Objeto	135
6.2	Características de la obra y situación.	135
6.3	Obligaciones del contratista	135
6.4	Actividades básicas.....	135
6.4.1	Tendido de cable subterráneo (C.S)	135
6.4.2	Construcción de CT.....	136
6.5	Identificación de los riesgos	136
6.5.1	Riesgos laborales	136
6.5.2	Riesgos y daños a terceros	138
6.6	Medidas preventivas.....	139

6. 6.1	Prevención de riesgo para colectivos.....	139
6.6.2	Prevención de riesgos laborales a nivel individual.....	140
6.6.3	Prevención de riesgos de daños a terceros.....	140
6.7	Normativa aplicable	140
7	BIBLIOGRAFÍA	142
	Bibliografía.....	142
	Software/Programas utilizados para el desarrollo del proyecto.	142

Documento 1

MEMORIA

1. MEMORIA

1.1 Objeto del proyecto

Se realiza la modificación de potencia de un polígono agrícola para adaptarla a un polígono industrial. Para ello se precisa proyectar la construcción de nuevo tramo de línea subterránea de MT “PLG_BAEZA” existente de 25 KV para la alimentación eléctrica de nuevos Centros de Transformación prefabricados y reforma del Centro de Transformación existente. Ejecución de nuevas líneas subterráneas y acometidas para suministros de potencia con el propósito de alimentar en baja tensión desde cada uno de los centros de transformación hasta los nuevos suministros, objetos del presente proyecto.

1.2 Titulación de la instalación.

El propietario de la instalación objeto del presente proyecto es la empresa distribuidora es Endesa Distribución eléctrica S.L.U.

1.3 Descripción de la propuesta

El proyecto contiene la descripción de todas las diferentes instalaciones eléctricas necesarias que se vayan a instalar para poder realizar la reforma de potencia del polígono y a su vez, realizar los cálculos necesarios para llevarlo a cabo. También se determinarán las características de cada uno de los materiales y elementos de los que se compondrán todas las instalaciones. Las instalaciones deberán cumplir rigurosamente las normativas vigentes para poder conseguir los permisos pertinentes para su puesta en ejecución.

Se deberán calcular las siguientes instalaciones eléctricas necesarias:

- Red de distribución eléctrica subterránea de Media tensión a 25 KV.
- Diseño e instalación de nuevos centros de transformación incluyendo los diferentes equipos situados en su interior.
- Reforma de centro de transformación existente donde se utilizará para aumentar la potencia de los transformadores.
- Red de distribución subterránea de baja tensión para las diferentes parcelas a electrificar.

- Alumbrado exterior público del recinto.

1.4 Antecedentes

La línea subterránea existente de media tensión utilizada será «PLG_BAEZA» proveniente de la subestación “PTE_OBISPO” objeto del que discurre actualmente por canalización existente entre los centros de transformación 60439 y 33387. Esta LSMT tendrá suficiente capacidad para soportar las nuevas instalaciones a realizar en el siguiente proyecto, por lo que no se encuentra ningún motivo que pueda impedir la ejecución de dicho proyecto.

1.5 Tramitación administrativa

El ingeniero autor de este proyecto cree oportuno presentar un proyecto donde se defina totalmente la instalación, aportando para ello los cálculos justificativos necesarios, con el fin de obtener los diferentes permisos y servir como base genérica para la ejecución de la obra.

1.6 Clasificación del suelo.

El tipo de suelo en el cual serán ejecutadas las instalaciones definidas en este proyecto será suelo urbano según el Plan General de Ordenación Urbana de Baeza.

Fig. 1.1. Calificación del suelo.



1.7 Reglamentación y normativa.

1.7.1 Reglamentación

Para la redacción de este proyecto se han tenido en cuenta las siguientes reglamentaciones:

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, que regula las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- 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.
- Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto. 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- 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.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Normas UNE, que no siendo de obligado cumplimiento, definan características de elementos integrantes de los CT.
- Otras reglamentaciones o disposiciones administrativas nacionales, autonómicas o locales vigentes de obligado cumplimiento no especificadas que sean de aplicación.
- Real Decreto 1048/2013, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de la distribución de energía eléctrica.

1.7.2 Normas de Endesa Distribución.

- RESOLUCION de 5 de mayo de 2005, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se aprueban las normas particulares y condiciones técnicas y de seguridad de la empresa distribuidora de energía eléctrica Endesa Distribución, S.L.U., en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Especificación Particular NRZ101_EP Instalaciones Privadas Generalidades,
- Especificación Particular NRZ102_EP Instalaciones Privadas Consumidores AT y MT,
- Especificación Particular NRZ103_EP Instalaciones Privadas Consumidores BT,
- Especificación Particular NRZ104_EP Instalaciones Privadas Generadores AT y MT,
- Especificación Particular NRZ105_EP Instalaciones Privadas Generadores BT,
- Especificación Particular KRZ001_EP Líneas Subterráneas de Alta Tensión
- Especificación Particular LRZ001_EP Líneas Aéreas de Alta Tensión,

1.8 SIGLAS

- EDE: Endesa Distribución Eléctrica
- CT: Centro de Transformación
- EP: Edificio Prefabricado
- MT: Media Tensión
- BT: Baja Tensión
- RD: Real Decreto
- PSBC: Fuente alimentación / cargador batería
- RGDAT: Indicador paso falta direccional y ausencia de tensión
- UCT: Unidad Compacta de Telemando
- XLPE: Aislamiento de Polietileno Reticulado

1.9 Emplazamiento

Las instalaciones llevadas a cabo en el objeto de este proyecto estarán situadas en el polígono industrial de la Escarihuela en el término municipal de Baeza. Su situación figura en los planos adjuntos.

1.10 Descripción general

El polígono industrial ocupa una superficie total útil de 26.892 metros cuadrados repartidos en un total de 64 naves industriales de uso terciario. A cada parcela le corresponderá una superficie total específica para su uso y desarrollo de actividades diferentes, siendo la superficie de cada una de ellas de diferente tamaño.

A continuación, veremos la superficie de cada una de las parcelas en particular que actúan en el cálculo de potencias, así como su nomenclatura correspondiente a la hora de localizarla en los planos.

Tabla 1.1. Superficie total de parcelas.

Nº parcela	SUPERFICIE m2
1	336
2	474
3	288
4	396
5	515
6	255
7	247
8	564
9	305
10	405
11	172
12	340
13	792
14	347
15	1080

16	913
17	257
18	228
19	363
20	589
21	124
22	160
23	682
24	155
25	155
26	155
27	156
28	155
29	155
30	155
31	155
32	155
33	159
34	310
35	371
36	877
37	459
38	310
39	619
40	310
41	310
42	215
43	327
44	317

45	328
46	808
47	327
48	649
49	479
50	310
51	514
52	310
53	310
54	310
55	310
56	465
57	624
58	855
59	955
60	906
61	778
62	692
63	620
64	530

1.11 Niveles de Tensión.

La corriente eléctrica que se presenta en nuestra red de Media Tensión será trifásica y alterna a una tensión de 25 kV. La red de Baja Tensión tendrá se encontrará a una tensión de 400 V. La red tendrá una frecuencia establecida de 50 Hz y el nivel de aislamiento del conjunto se especifica en la tabla 1.2.

Tabla 1.2 Nivel de aislamiento del material

Tensión Nominal de la red U (kV)	Tensión más elevada para el material Um (kV eficaces)	Tensión nominal soportada (kV eficaces)	Tensión soportada de choque (tipo rayo) (kV de cresta)
$U \leq 20$	24	50	125
$20 < U \leq 30$	36	70	170

U: Tensión nominal eficaz a 50 Hz.

Um: Tensión eficaz máxima a 50 Hz entre dos conductores para los que se ha diseñado el material.

1.12 Líneas subterráneas de Media Tensión a 25 KV.

1.12.1 Canalización

Las canalizaciones subterráneas que se deberán realizar se construirán por tuberías de polietileno de color rojo de 200mm de diámetro y 2,3 mm de espesor de pared. Estas tuberías atravesarán enterradas sobre una profundidad de alrededor de un metro , siendo las unidades mínimas toleradas de 1,10 metros sobre la calzada y 0,90 metros sobre aceras. Estas medidas se interponen para evitar así posibles incidencias o problemas que se puedan dar en un futuro.

Estas canalizaciones serán realizadas, siempre que se pueda, bajo aceras, siendo protegidas en cruces de calles con una capa de hormigón de espesor de alrededor de 30 mm.

Se prescindirá de la placa de protección cuando las instalaciones se encuentran bajo tubo en hormigón. Por el contrario, se colocarán unas placas de polietileno para proteger los cables o bien, se añadirá también una cinta para la señalización que pueda advertir de riesgos eléctricos que presenta.

Se instalarán canalizaciones de varios tubos para trazar una trayectoria de modo que conecte a cada uno de los centros se encuentran repartidos por la superficie del polígono. Quedarán los diferentes tubos repartidos, como mínimo, un tubo queda de reserva, mientras los otros sirven de entrada y salida del suministro.

1.12.2 Arquetas de registro

Las arquetas se construirán de A1 o A2 según corresponda. Estas arquetas se instalarán en cambio de direcciones o rasantes, o también en distancias que no superen los 40 metros. Estas arquetas están construidas de obra o prefabricadas de ladrillos macizos, y serán de un pie en calzada y de 0,5 pies en acera.

En la parte superior de las arquetas se colocará una tapa normalizada y un marco para cerrarla. Esta tapa, esconderá bajo ella la forma tronco piramidal de una arqueta y dicha arqueta no tendrá un fondo. Estas tapas podrán soportar una carga de 400 kN.

Para las tapas de fundición A-1 los marcos serán de fundición con grafito esferoidal tipo 500-7, independientemente del lugar de su instalación. Para las tapas A-2, los marcos podrán ser también de perfilaría metálica.

El suelo interior de la arqueta estará constituido por el terreno donde se vaya a instalar. Se debe de tener en cuenta, que debe de ser capaz de realizar la evacuación de agua a través de filtraciones en el terreno.

1.12.3 DESCRIPCION DE LOS MATERIALES.

1.12.3.1 Cable aislado.

1.12.3.1.1 DESCRIPCIÓN.

El cable usado en la red subterránea de MT es unipolar de aluminio con una pantalla semiconductora sobre el conductor y también sobre el aislamiento con un diámetro seco extraído y recubierto de polietileno reticulado químicamente (XLPE). La tensión nominal del conductor es de 18/30kV y la sección de 150 mm².

Fig. 1.2. Cable subterráneo RH5Z1 150 18/30V

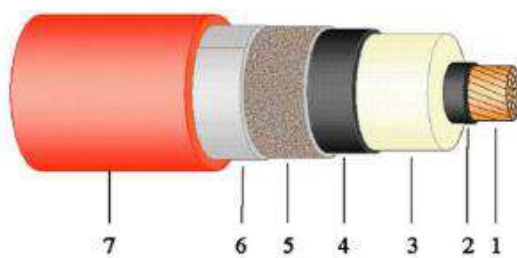


Tabla 1.3 Nivel de aislamiento del material

Descripción		Uds	RH5Z1 150 18/30 kV
1.-Conductor	Naturaleza.	--	Aluminio
	Número mínimo de alambres del conductor	--	15
	Diámetro mínimo de la cuerda	mm	13,7
	Diámetro máximo de la cuerda	mm	15
	Resistencia máxima del conductor a 20° C	Ω /km	0,206
	Resistencia máxima del conductor a 90° C	Ω /km	0,264
	Reactancia	Ω /km	0,123
	Intensidad máxima de cortocircuito (1s)	kA	14,1
	Intensidad máxima admisible en servicio permanente según condiciones estándar (*)	A	245
2. Semiconductora interna	Espesor (t_1)	mm	0,5
3. Aislamiento	Material	--	XLPE
	Espesor (t_1)	mm	7,25
	Resistencia térmica	$K \cdot m/W$	3,5
	Tª máxima explotación	°C	90
	Tª máxima corto c.	°C	250
4. Semiconductora externa	Espesor (t_1)	mm	0,5
5. Pantalla	Material		Al
	Espesor (t_s)	mm	0,3
	Intensidad máxima de cortocircuito (1s)	kA	3,41

6. Barrera no propagación agua	Material	--	Cinta conductora hinchable
	Espesor (t_2)	<i>mm</i>	0,5
	Resistencia térmica	<i>K·m/W</i>	6
7. Cubierta	Material	--	Polioléfina (PE)
	Espesor (t_3)	<i>mm</i>	2,75
	Resistencia térmica	<i>K·m/W</i>	3,5

1.12.3.1.2 CONDUCTOR

Los conductores serán formador por varios alambres circulares compactos de aluminio. La sección prevista es de 150 mm².

1.12.3.1.3 SEMICONDUCTOR INTERIOR

El semiconductor interior constituido tendrá una capa de mezcla semiconductor termoestable con un espesor nominal de 0,5 mm. Esta mezcla no realizará ninguna acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.

1.12.3.1.4 AISLAMIENTO

Estará constituido por un dieléctrico seco extruido, de mezcla aislante tipo XLPE, temperatura de servicio 90°C y temperatura de cortocircuito (duración 5s) de 250 °C y características según la tabla anterior.

1.12.3.1.5 PANTALLAS SEMICONDUCTORAS EXTERNA

La pantalla exterior se encontrará constituida por una capa de mezcla similar a la del semiconductor interno. Con un espesor mínimo de 5 mm que se encontrará adherida a la superficie.

1.12.3.1.6 PANTALLA SOBRE EL AISLAMIENTO

La pantalla metálica se encargará de que se asegure la conducción de la corriente de falta y así poder evitar una propagación radial de agua. Esta pantalla se debe realizar con una cinta de aluminio de 0,3 mm y con bordes superpuestos de 5 mm. Este tubo debe quedar adherido totalmente de manera longitudinal continua a la cubierta.

1.12.3.1.7 CUBIERTA EXTERIOR NO METÁLICO

Se constituye por un compuesto termoplástico de poliolefina que tendrá un tono de color rojo.

1.12.3.2 Terminales

Los terminales serán interiores para la conexión posterior dentro de las celdas del centro de transformación.

Estos terminales que se componen de una pieza metálica permitirá conectar el conductor de un cable a otro elemento, un conjunto de aletas aislantes que posibilitan el aumento de la longitud de la línea de fuga y el repartidor de tensión. Este último tiene una gran resistividad variable que puede controlar el campo magnético dentro de los límites aceptables del terminal. Estos terminales también añadirán un protector para puesta y toma de tierra.

Los terminales deberán ser elegidos según conductor empleado y la tensión de servicio utilizada.

Sus características son:

Tabla 1.4 Características generales del conductor.

Características generales	18/30 kV
Tensión nominal U_0/U :	18/30 kV
Tensión más elevada de la red U_m :	36 kV
Tensión a impulsos tipo rayo:	170 kV cresta
Tensión que soportada a f. industrial:	70 kV
Línea de fuga en interior:	≥ 580 mm.
Línea de fuga en exterior	≥ 900 mm.

1.12.3.3 Empalmes

Se utilizarán empalmes contráctiles en frío para conseguir la reconstrucción del aislante. Estos empalmes estarán formados por unos manguitos de unión que permite la continuación de la pantalla metálica, sin que estos debiliten la sección ni produzcan vacíos

superficiales. Estos empalmes además estarán preparados para soportar una eventual inmersión en agua.

Se deben seguir las siguientes consideraciones:

- No se deberán realizar empalmes en los que el aislamiento o cubierta estén formados por cintas o materiales dependan del operario.
- Se debe de procurar que dichos empalmes tengan las menores piezas posibles.
- Elegir la longitud del empalme según el lugar donde se vaya a instalar y que condiciones debe de soportar.

1.12.4 Descripción de la Línea de MT.

Para alimentar eléctricamente será necesario la línea de Media Tensión mencionada anteriormente a 25 KV que tendrá su origen en la Subestación Eléctrica “PTE_OBIS” y haremos entronque en una arqueta A2 nueva realizada entre los CD 60349 y 33387 existentes. Hará entrada y salida de la LSMT en dicha arqueta y alimentará los nuevos centros de transformación anillados.

La longitud de los tramos de la línea subterránea de media tensión será de:

- Arqueta A2 a CT-1 → 120 metros → (RHZ1 3x1x150 mm² AL 18/30 KV)
- CT-1 a CT-2 → 208 metros → (RHZ1 3x1x150 mm² AL 18/30 KV)
- CT-2 a CT-3 → 421 metros → (RHZ1 3x1x150 mm² AL 18/30 K)
- CT-3 a CT-33387 → 75 metros → (RHZ1 3x1x150 mm² AL 18/30 KV)

Se necesitan 825 metros de cable RHZ1 3x150 mm² AL 18/30 KV y la longitud total de las canalizaciones que se realizarán con 4 tubos de 200 mm de diámetro será de 830 m.

1.12.5 Calculo Eléctrico.

1.12.5.1 Comportamiento frente a cortocircuitos

Con carácter general, y según normas Particulares de Endesa Distribución, se fijará un valor de intensidad de corta duración (1seg) de 12 KA en la red de MT.

$$I_{cc} = 12 \text{ kA}$$

La intensidad máxima de admisible cortocircuito para el conductor 18/30 KV de 150 mm² de sección, y siendo la duración de cortocircuito 1 seg, es de 14,1 KA. Superior a la I_{cc} , y por tanto valida.

Las intensidades admisibles corresponden para una temperatura de 250 °C que podrá ser alcanzada por dicho conductor, esto supondrá que todo el calor desprendido durante su uso será absorbido por el propio conductor.

1.12.5.2 Máxima capacidad de transporte de potencia.

La máxima intensidad que transcurre por el conductor es de 245 A de acuerdo con la ITC-LAT 06 del reglamento de alta tensión.

1.12.6 Tierra.

Se conectarán a tierra general de herrajes del CT las pantallas del conductor que se unirán mediante trenzado flexible de sección 50mm Cu.

1.13 Centros de transformación.

1.13.1 Edificio

La ubicación del centro será sobre una superficie que contará con un acceso directo desde la vía pública. El edificio será prefabricado de hormigón monobloque de la marca Ormazabal del modelo PFU-5 para los centros de transformación provistos de 2 transformadores. Las dimensiones de dichos centros de transformación vendrán especificadas en los planos adjuntos.

Los Centros de Transformación PFU-5 están compuestos de una envolvente de hormigón. La estructura de dicho CT será una estructura monobloque. El CT tendrá posibilidad de incorporar desde la diferente aparamenta eléctrica de MT hasta los

diferentes CBT, transformadores, dispositivos y las diferentes conexiones entre los diferentes elementos del centro.

Los Centros se componen de una envolvente de hormigón armado, y está compuesta de dos partes: una para el fondo y paredes, en las que se añaden las puertas y rejillas de ventilación, y otra para el techo. Las armaduras están conexionadas al colector entre sí.

El Centro se pinta con una textura acónica rugosa y con color blanco-crema para paredes, y un marrón para techos, puertas y rejillas.

1.13.1.1 Dimensiones

Las dimensiones del CT deberán permitir:

- Deberá permitir mover e instalar la maquinaria y elementos que constituyen el Centro de transformación.
- Deberá de permitir la sustitución o mantenimiento de cualquiera de los elementos sin que fuera necesario el desmontaje o desplazamientos del resto de aparamenta del CT.
- La instalación del sistema de medida.
- La instalación de hasta dos transformadores.

Para determinar las dimensiones del CT se establecen los siguientes criterios:

- A. Las celdas deberán se instaladas con una configuración alineada de manera que beneficie a la distribución eléctrica de la red y configuración del CT. Estos centros están preparados para poder colocar una celda adicional por una posible ampliación.
- B. Las superficies de ocupación los elementos constituyentes, pasillos o bien zonas de maniobra deben de tenerse en cuenta.
- C. Se debe de proteger las partes en tensión que puedan ser accesibles por los usuarios dentro del CT.

Los PFU tienen una instalación sencilla ya que las operaciones realizadas en el lugar de montaje pueden reducirse a su posición en la excavación, y los conexiones se realizarán por medio de unas cavidades semiperforadas en las bases del Centro de Transformación.

Cada transformador debe de contar con una puerta para permitir el acceso o extracción de los diferentes elementos que constituyen el CT. Las dimensiones establecidas de la puerta al centro son de 900/1100x2.100 mm, mientras que las puertas por donde se introducen los transformadores tendrán unas dimensiones de 1.260x2.100/2400 mm.

Fig. 1.3. Centro de transformación prefabricado Ormazabal PFU-5



1.13.1.2 Aparata de los centros de transformación a instalar

- *Centro de transformación (CT1).*

Dicho centro está constituido por:

- Grupo de celdas modulares (SF6) con un total de 4 celdas con posibilidad de ampliar. Este grupo contiene: 2 Celda de línea + 2 celdas de protección con fusibles para transformadores.
- 2 cuadros de B.T
- 2 transformadores, 400 KVA y 630 KVA respectivamente.

El esquema eléctrico de los diferentes centros se podrá ver en los planos del presente proyecto.

- *Centros de transformación (CT2 y CT 33387).*

Dicho centro está constituido por:

- Grupo de celdas modulares (SF6) con un total de 4 celdas con posibilidad de ampliar. Este grupo contiene: 2 Celda de línea + 2 celdas de protección con fusibles para transformadores.
 - 2 cuadros de B.T
 - 2 transformadores de 630 KVA.
- *Centros de transformación (CT3).*

Dicho centro está constituido por:

- Grupo de celdas modulares (SF6) con un total de 4 celdas con posibilidad de ampliar. Este grupo contiene: 2 Celda de línea + 2 celdas de protección con fusibles para transformadores.
- 2 cuadros de B.T
- 2 transformadores, 1000 KVA y 630 KVA respectivamente.

1.13.1.3 Descripción de ventilación en el Centro de Transformación.

La ventilación de los CTs se realizará de manera natural a través de rejillas alojadas en la pared posterior y puertas de acceso de máquinas y personal, y posiblemente su incorporación de rendijas laterales para la entrada y salida del aire.

1.13.2 Celdas de media tensión

Se instalarán celdas modulares de MT de la marca Ormazábal o similar con aislamiento y corte de hexafluoruro de azufre (SF6), los embarrados se conectarán mediante conjuntos de unión, pudiendo conseguir la unión apantallada para unas condiciones externas que pueden ocasionar futuros problemas.

Las partes que componen estas celdas son:

- *Base y frente*

La base permite a una altura perfecta la conexión de cables entre celdas y presenta el unifilar del circuito principal y ejes de accionamiento de la aparamenta.

En el frontal superior se incluye un esquema de la celda, la placa de características, una mirilla para observar el manómetro y los accionamientos del mando.

- *Cuba*

La cuba se compone por el interruptor, el embarrado y los portafusibles para el caso de la celda de protección, y el gas SF6 se encuentra en su interior. Un correcto sellado logrará un correcto mantenimiento para cumplir los requisitos de operación que se aseguran durante largos periodos de tiempo. El embarrado diseñado soportará unas determinadas intensidades térmicas y dinámicas preestablecidas.

- *Interruptor/seccionador/Seccionador de puesta a tierra*

El interruptor-seccionador hará posible que se tengan posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra. Su acción se realiza mediante una palanca con diferentes ejes, de los cuales, uno sería para el interruptor y otro para el seccionador de puesta a tierra.

La velocidad de accionamiento de estos interruptores no se verá afectada por la habilidad del técnico. Cuando el interruptor pasa de conectado a seccionado producirá un corte de corriente que vendrá determinado por soplado del gas SF6 o velocidad de las cuchillas.

- *Mando*

Los mandos de actuación pueden ser accionados de manera manual o motorizada y se podrá acceder a ellos desde el frontal.

- *Conexión de cables*

La conexión de cables se realiza por el frontal y deben realizarse con terminales enchufables de conexión sencilla.

- *Fusibles*

Los fusibles se encuentran sobre unos soportes que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante. Los tres tubos son perfectamente estancos por lo que garantizan la insensibilidad a la polución externa o inundaciones.

La membrana realiza además acciona el interruptor para su apertura, bien cuando éste se funde, o también, por calentamiento excesivo del fusible aumenta la sobrepresión interna del portafusibles.

Celdas de protección para transformador de Media Tensión CMP-F-36

○ Características eléctricas:

Tensión (KV).....	36
Intensidad embarrada (A).....	400/630
Intensidad derivación (A).....	200
Intensidad corta duración embarrado superior (KA).....	16/20

Nivel de aislamiento:

- Frecuencia industrial de 1 min
- entre tierra y fases (KV)..... 70
- distancia de seccionamiento (KV)..... 80

Impulso tipo rayo:

- a tierra (KV) cresta..... 170
- distancia de seccionamiento (KV) cresta..... 195
- Capacidad cierre (KA) cresta..... 2,5

Capacidad de corte:

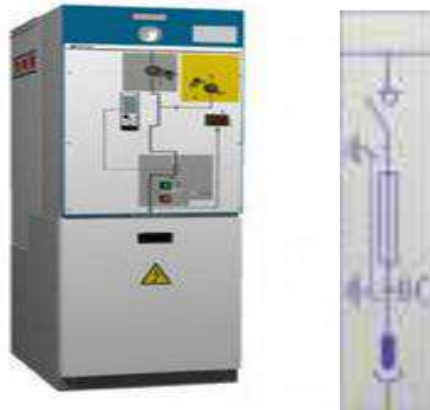
- activa (A)..... 400/630
- capacitiva (A)..... 50
- inductiva (A)..... 16
- Ice (A)..... 63
- Ö3 Icl (A)..... 31,5

Corriente de transferencia (A)..... 600

Características físicas:

- Alto (mm)..... 1.800
- Fondo (mm)..... 1035
- Peso (Kg)..... 255
- Ancho480

Fig. 1.4. Celda de protección para transformador marca Ormazabal.



Celdas de linea de Media tension CML-36

○ Características eléctricas:

Tensión (KV).....	36
Intensidad embarrada (A).....	400/630
Intensidad de corta duración (1 o 3 sg.) (KA).....	16/20

Nivel de aislamiento:

- Frecuencia industrial de 1 min	
- entre fases y tierra (KV).....	70
- distancia de seccionamiento (KV).....	80

Impulso tipo rayo:

- a tierra (KV) cresta.....	170
- distancia de seccionamiento (KV) cresta.....	195

Capacidad de corte:

- activa (A).....	400/630
- capacitiva (A).....	50
- inductiva (A).....	16
- Ice (A).....	63
- Ö3 Icl (A).....	31,5

○ Características físicas:

Ancho (mm).....	420
Alto (mm).....	1.800
Fondo (mm).....	850
Peso (Kg).....	140

Fig. 1.5. Celda de línea para centro de transformación marca Ormazabal.



1.13.3 Transformador

Los transformadores a instalar cumplirán siguientes características:

- Transformador de 630 KVA

Clase.....	B2
Potencia nominal.....	630 KVA
Grupo de conexión.....	Dyn 11
Tensión primaria nominal.....	25 kV 0%, $\pm 2,5\%$, $\pm 5\%$, $+10\%$
Tensión secundaria nominal.....	420 V
Tensión cortocircuito.....	4,5 %
Frecuencia.....	50 Hz
Dieléctrico.....	Bañado de aceite

- Transformador de 1000 KVA

Clase.....	B2
Potencia nominal.....	1000 kVA
Grupo de conexión.....	Dyn 11
Tensión primaria nominal.....	25 kV 0%, $\pm 2,5\%$, $\pm 5\%$, $+10\%$
Tensión secundaria nominal.....	420 V
Tensión cortocircuito.....	6 %
Frecuencia.....	50 Hz
Dieléctrico.....	Bañado de aceite

- Transformador de 400 KVA

Clase.....B2
 Potencia nominal..... 400 KVA
 Grupo de conexión..... Dyn 11
 Tensión primaria nominal..... 25.000 V 0%, $\pm 2,5\%$, $\pm 5\%$, $+10\%$
 Tensión secundaria nominal..... 420 V
 Tensión cortocircuito..... 4,5 %
 Frecuencia..... 50 Hz
 Dieléctrico..... Bañado de aceite

Fig. 1.6. Transformador de potencia Ormazabal de Media Tensión.

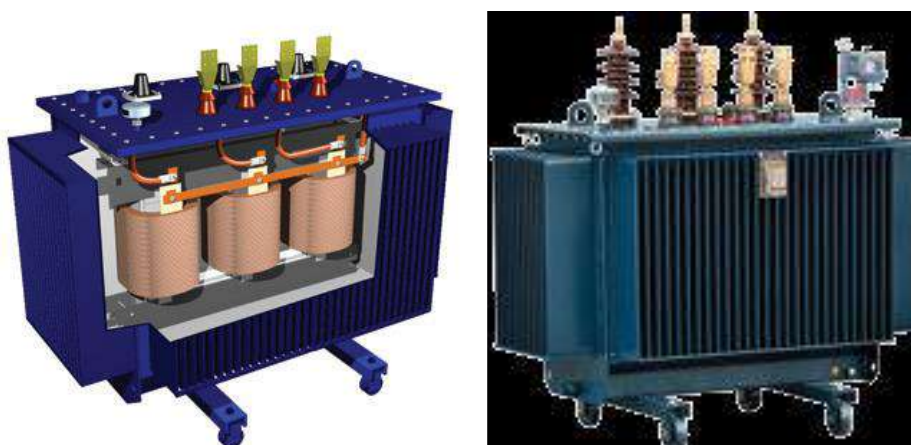


Tabla 1.5 Características generales de transformadores de potencia.

Características eléctricas		36 kV: B ₀₃₆ B _{K36}									
Potencia asignada [kVA]		250	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500(*)
Tensión asignada (Ur)	Primaria [kV]	25									
	Secundaria en vacío [V]	420									
Grupo de Conexión		Dyn11									
Pérdidas en Vacío - P ₀ [W]	Lista B ₀₃₆	650	930	1100	1300	1500	1700	2100	2600	3150	3800
Pérdidas en Carga - P _k [W]	Lista B _{K36}	3500	4900	5600	6500	8400	10500	13500	17000	21000	26500
Impedancia de Cortocircuito (%) a 75°C		4.5	4.5	4.5	4.5	6	6	6	6	6	6
Nivel de Potencia Acústica L _{WA} [dB]	Lista B ₀₃₆	62	65	66	67	68	68	70	71	73	76
Caida de tensión a plena carga (%)	cos ϕ = 1	1.49	1.32	1.21	1.13	1.22	1.22	1.25	1.24	1.22	1.23
	cos ϕ = 0.8	3.72	3.62	3.55	3.50	4.47	4.47	4.49	4.48	4.47	4.47
Rendimiento (%)	CARGA 100%	98.37	98.56	98.68	98.78	98.78	98.79	98.77	98.79	98.81	98.80
	cos ϕ = 0.8	97.97	98.21	98.35	98.48	98.48	98.50	98.46	98.49	98.51	98.51
	CARGA 75%	98.62	98.79	98.88	98.96	98.97	99.00	98.98	99.00	99.01	99.01
	cos ϕ = 0.8	98.28	98.49	98.60	98.71	98.72	98.75	98.72	98.75	98.77	98.77
Dimensiones [mm]											
Potencia asignada [kVA]		250	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
A (Largo)		1376	1537	1622	1592	1932	1997	2007	1922	1965	2093
B (Ancho)		930	941	962	962	1161	1200	1200	1224	1277	1487
C (Alto a tapa)		915	1004	1026	1092	1112	1158	1230	1517	1715	1737
D1 (Alto a MT con Porcelana MT)		1368	1442	1464	1530	1550	1596	1668	1955	2153	2175
D3 (Alto a MT Borna enchufable MT)		1050	1139	1161	1227	1247	1293	1365	1652	1850	1872
D2 (Alto a BT con Palas)		1149	1238	1287	1353	1445	1491	1563	1886	2084	2167
F (separación MT)		375	375	375	375	375	375	375	375	375	375
H (separación entre BT)		150	150	150	150	150	150	150	200	200	200
J (Distancia entre ruedas)		670	670	670	670	670	670	820	820	820	1070
K (ancho rueda)		40	40	40	40	40	40	70	70	70	70
Ø (diámetro rueda)		125	125	125	125	125	125	200	200	200	200
L (Rueda)		110	110	110	110	110	110	165	165	165	165
Volumen Aceite [Litros]		260	340	390	410	500	530	550	1000	1200	1400
Peso total [Kg]		1000	1330	1600	1800	2220	2480	2780	3850	4850	5350

El volumen mínimo que debe de tener el pozo apagafuegos será el mismo o superior al volumen de aceite del transformador que deberá estar situado encima.

Los transformadores deberán de contener un termómetro, el cual quedará de manera visible desde el exterior de la chapa de protección. Deberá de indicar el último valor alcanzado y que proporcione un disparo al interruptor de protección en el caso de que fuera necesario.

1.13.4 Interconexión Celda MT - Transformador

La conexión de la celda MT se hará mediante conductor RHZ1 de 3x150 mm² de aluminio. Se utilizarán terminales enchufables para la conexión entre los cables y los pasatapas.

1.13.5 Unión del transformador al cuadro de BT

La conexión entre el transformador y el cuadro de baja tensión se realizará por medio de cables aislados unipolares de Aluminio:

- Transformador de 630 KVA: (3x3x240) +(2x240) mm² Al
- Transformador de 1000 KVA: (3x4x240) +(2x240) mm² Al
- Transformador de 400 KVA: (3x2x240) +(1x240) mm² Al

Tabla 1.6 Uniones de transformadores al CBT

Potencia Del trafo kVA	Nº y sección de conductores			
	B2		B1	
	Fase	Neutro	Fase	Neutro
1.000	3x4x240 mm ²	2x240 mm ²	---	---
630	3x3x240 mm ²	2x240 mm ²	3x4x240 mm ²	2x240 mm ²
400	3x2x240 mm ²	1x240 mm ²	3x3x240 mm ²	2x240 mm ²
250	3x1x240 mm ²	1x240 mm ²	3x2x240 mm ²	1x240 mm ²
160	3x1x150 mm ²	1x150 mm ²	3x1x240 mm ²	1x240 mm ²
≤ 100	3x1x150 mm ²	1x150 mm ²	3x1x150 mm ²	1x150 mm ²

1.13.6 Cuadro de baja tensión.

Se instalará un cuadro normalizado con 4 salidas y su respectiva ampliación de otras cuatro salidas por cada transformador en caso de que fuera necesaria. El poder de corte será de 630 A y se hará de manera unipolar.

Características eléctricas:

-Tensión nominal (V).....	440
-Intensidad nominal (A).....	1.600
-Tensión de ensayo 50 HZ (KV).....	10
-Ensayo a impulso tipo rayo (KV).....	20

Características físicas módulo de acometida AC4:

-Ancho (mm).....	580
-Alto (mm).....	1.700
-Fondo (mm).....	240
-Peso (Kg).....	120

Características físicas módulo de ampliación AM4:

-Ancho (mm).....	580
-Alto (mm).....	1.190
-Fondo (mm).....	290
-Peso (Kg).....	67

Tabla 1.7 Salidas en BT de cada centro de transformación

SALIDAS EN BT POR CT Y TRAFO		
	T1	T2
CT-1	4	4
CT-2	4	4
CT-3	4	8
33387	4	4

1.13.7 Equipos Auxiliares y de Seguridad

El CT tendrá un punto de luz bajo tubo superficial y además habrá un dispositivo para alumbrado de emergencia.

Se colocarán unas mallas metálicas entre las celdas de M.T. y los diferentes transformadores, estas también deben de añadir un cartel de riesgo eléctrico.

El Centro de Transformación deberá estar dotado por los siguientes equipos auxiliares:

- Palanca de accionamiento para la maniobra
- Banco aislante 36 KV.
- Par de guantes de amianto
- Placas indicativas de primeros auxilios y de peligro de muerte.

1.13.8 Dimensionado de ventilación

La eliminación o extracción del calor generado en el interior del CT se realizará utilizándose preferentemente una ventilación natural. El cálculo de sección de las rejillas de ventilación se expone en el anexo de cálculos justificativos del presente proyecto.

Se utilizará la siguiente expresión para obtener la superficie total para la entrada de aire de las rejillas de ventilación del CT:

$$Sr = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0,24 * K * h * \Delta T}$$

Donde:

Sr Superficie mínima de las rejillas de entrada

W_{Cu} Pérdidas en el cobre.

W_{Fe} Pérdidas en el hierro.

K Coeficiente de forma de las rejillas de entrada

H Distancia vertical entre las rejillas

ΔT Diferencia de temperatura del aire

1.13.9 Protección contra la contaminación

Se deberán tomar las siguientes medidas:

- El lugar de colocación de las rejillas dependerá de la posición donde no pueda sufrir efectos de contaminación entre otros. Para el caso en los que no exista mas remedio, se utilizarán cortavientos para evitar estos fenómenos.
- Se protegerán a través de envoltentes aislantes los diferentes terminales de cables u otros elementos.

1.13.10 Protecciones

Protección contra sobreintensidades.

Se deberá limitar los efectos térmicos o dinámicos a través de fusibles que cortarán la circulación de corriente. Estas protecciones deberán proteger sobreintensidades ocasionadas por sobrecargas y/o cortocircuito tanto internos como externos.

Protección contra sobrecargas del transformador

A través de la medición de la temperatura del aceite del transformador mediante una sonda provocaría accionar el interruptor de la celda de protección del transformador. El ajuste de dicha sonda será entorno de 105 ° C.

Protección contra cortocircuitos externos

Los fusibles de MT son los encargados de proporcionar la seguridad y protección contra los cortocircuitos externos provocados por el puente de MT.

Los fusibles de BT se dimensionan según la potencia o intensidad que va a transportar la línea, por lo que estos fusibles impedirán que se ocasionen daños en el transformador. El calibre del fusible a utilizar es de 32 A para transformadores de 400 KVA, 50 A para transformadores de 630 KVA y 63 A para transformadores de 1000 KVA.

Tabla 1.8 Fusibles recomendados por potencia de transformador.

POTENCIA DEL TRANSFORMADOR	FUSIBLES APR RECOMENDADOS (A)							
	5 KV	11 KV	13,2 KV	15,4 KV	16 KV	20 KV	25 KV	30 KV
50	25	10	10	10	6	6	5	5
100	40	20	16	16	16	16	10	8
160	63	32	25	20	25	20	16	10
250	80	50	40	40	40	32	20	16
400	100	80	63	50	50	40	32	25
630	---	100	100	80	80	63	50	40
1000	---	---	100	100	100	80	63	50

Protección contra cortocircuitos externos

Se colocará un pararrayos en el punto de transición de la línea aérea a subterránea. Esto será la protección contra sobrintensidades de aparamenta instalada en el CT. La conexión se hará mediante un conductor lo más corto posible desnudo de iguales características de la línea.

1.13.11 Instalación de puesta a tierra.

Una instalación de PAT se debe de incluir en cualquier instalación eléctrica por el motivo de evitar tensiones de paso y contacto para cualquier defecto eléctrico que pueda ocasionar tanto en el interior como en el exterior de la misma.

La instalación de PAT se formará por dos circuitos independientes: Protección y Servicio. Dichos circuitos se diseñan de manera que, ante un defecto eventual de puesta a tierra, la diferencia de potencial total que podría aparecer en la tierra de servicio debe de ser inferior a 1.000 V. La separación mínima entre los electrodos de las tierras de protección y servicio se calcula en el Documento de Cálculos justificativos. Se podría prescindir de este sistema si la diferencia de potencial antes mencionada fuera menor a 1.000 V.

Se conectarán al circuito de protección los siguientes elementos que constituyen la instalación:

- Envolturas y pantallas metálicas de los cables.
- Envolvente metálica de las celdas de distribución secundaria y cuadros de BT.
- Cuba del transformador.
- Pararrayos Autoválvula de MT.
- Bornas de detectores de tensión.
- Bornas de transformadores de intensidad de BT.
- Pantallas o enrejados de protección.
- Mallazo equipotencial de la solera.
- Tapas y marco metálico de los canales de cables.

Las rejillas de ventilación y las puertas se instalarán de manera que no estén en contacto con la red de tierra de protección. Por el contrario, la puesta a tierra de servicio conecta el neutro de BT del transformador con la barra general de neutro del cuadro de BT.

1.13.11.1 Diseño de la instalación de puesta a tierra.

El cálculo de diseño para la instalación de PAT es el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría”. Este método establece el siguiente procedimiento:

1. Se debe de investigar las características que tiene el terreno donde se va a realizar la instalación. Se puede admitir una estimación del valor, pero es más conveniente calcularlo por el método de Wenner.
2. Se debe de determinar la intensidad de defecto y el tiempo máximo para eliminarlo. Este cálculo de intensidad de defecto tiene una fórmula distinta según el sistema a puesta a tierra que se va a utilizar. Pueden ser:
 - Neutro aislado
 - Neutro unido a tierra
 - Directamente
 - Por impedancia
3. Diseño preliminar de la instalación PAT.
4. Determinar resistencia de PAT.
5. Se calcula las tensiones de paso en el exterior e interior.
6. Se comprueba que las tensiones de paso y contacto son inferiores a unos valores determinados.
7. Si no se cumpliera con lo establecido sería necesario alguna corrección y realizar un ajuste para el diseño.

En los Cálculos Justificativos se desarrolla el procedimiento y justificación de la instalación de PAT aplicado.

1.13.11.2 Elementos constituyentes de la instalación de PAT.

Los electrodos y las líneas de tierra son los que constituyen la instalación.

1.13.11.3 Electrodos de puesta a tierra

Dependiendo de las diferentes características de nuestro CT podría variar la composición de los electrodos por lo que podría estar formada nuestra PAT:

- Picas de acero recubierto de cobre cilíndricas para puesta a tierra.
- Conductores enterrados horizontalmente (cable de cobre C-50).

La profundidad mínima a la que debe estar hincada verticalmente las picas será de 0,5 m, aunque esta podría variar en terrenos donde se prevén heladas podría llegar a enterrarse a una distancia de 0,8 metros.

Para terrenos donde la resistividad es muy elevada podrían alojarse los electrodos en perforaciones profundas.

1.13.11.4 Líneas de tierra

Se adoptará con carácter general la sección mínima de 50 mm² para las líneas de tierra y protección de servicio.

La línea de tierra del neutro estará aislada totalmente en su recorrido con un nivel de aislamiento de 10 kV eficaces en ensayo de corta duración (1 minuto) a frecuencia industrial y de 20 kV a impulso tipo rayo 1,2/50 ms.

1.13.11.5 Ejecución de la PAT de protección.

La PAT de protección se ejecutará mediante un electrodo horizontal de cobre de 50 mm² de sección ubicado bajo tierra debajo la solera del CT con una forma rectangular, o bien, con picas de acero cobreado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro clavado en el terreno. El número de picas será determinante para conseguir la suficiente resistencia de PAT.

Se usarán un par de latiguillo ,a través de tubos de PVC, de sección 50mm² Cu para conectar el mallazo equipotencial de la solera colocados en dos puntos contrarios a una misma distancia del CT. También se utilizarán dos latiguillos de cobre de la misma sección anterior para conectar el anillo perimetral.

En la instalación de la PAT de protección y en la conexión de elementos a la misma, se cumplirán las siguientes condiciones:

- El circuito de protección se hará de forma rectilíneo, paralelo o perpendicular a la superficie del centro.
- Deberá ser revisable en todo su recorrido interior del CT la parte de PAT de protección.
- La medición de corriente de fuga o la continuidad del bucle se deberá instalar un borne de conexión para posibilitar la inserción de una pinza amperimétrica.
- Los elementos conectados a tierra no se deberán de intercalar en serie sino que se realizarán derivaciones individuales para cada elemento constituyente.

- Ningún elemento exterior del CT podrá ir conectado a la instalación de PAT, como serían las puertas de acceso, rejillas, entre otros.
- Las celdas de protección irán conectas a la PAT de protección a través de una pletina en al menos dos puntos, al igual que lo hará la cuba del transformador.
- La envolvente del CBT estará conectada al circuito de protección, al contrario que el neutro de BT lo estará al de servicio.

1.13.11.6 PAT de servicio.

La puesta a tierra de servicio se utilizará electrodo constituido por picas alineadas de acero cobreado de 2 m de longitud y un diámetro de 14 mm. Dichas picas irán clavadas en zanja a una profundidad mínima de 0,5 m. El número será determinado por la condición diciendo que el valor no puede superar la resistencia de 37Ω . Esta puesta a tierra tendrá instalado un borne para poder medir dicha resistencia a tierra.

La distancia mínima de electrodos de PAT de protección y servicio deberá cumplir la condición mínima obtenida en los cálculos justificativos.

La línea de tierra se ejecutará mediante cable de cobre aislado de 50 mm^2 de sección. Esta línea comenzará en la pletina neutro del CBT y atravesará por el fondo de una zanja a una profundidad mínima de 0,5 m hasta que sea posible su conexión con las picas de puesta a tierra.

1.13.11.7 Medidas adicionales de seguridad para las tensiones de paso y contacto

El valor de las resistencias de PAT de protección y servicio determinarán las tensiones máximas de paso y contacto no alcancen unos valores peligrosos. Si no fuera posible, se utilizarán medidas adicionales para que cumplan dichas restricciones.

En este caso, la siguiente medida será de carácter obligatorio:

Se deberá construir una acera perimetral exterior al CT de 1 m de ancho por 10 cm de espesor, armada y localizada en la zona para acceder que no será conectada a la tierra de protección. Esta medida aportará una elevada resistividad superficial.

1.13.12 Alumbrado del centro.

Se colocarán puntos de luz en el interior del CT que podrán dar un nivel de iluminación mínima para poder realizar las maniobra y comprobaciones pertinentes. El nivel medio de iluminación se encuentra entorno al mínimo de 150 lux.

Los puntos deberán de estar colocados sobre soportes rígidos y de forma que se mantenga una uniformidad en la iluminación. También debe de permitir ser posible poder cambiar las lámparas sin peligro de contacto del técnico con otros elementos en tensión.

Los centros de transformación también disponen un punto de emergencia de autónomo que señala los accesos.

1.14 Red de Baja Tensión.

Se realizará de acuerdo con el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Reglamentarias y en especial con sus instrucciones ITC-BT. 07, 08, 10, 11 y 13, además de las normas que se indican en el Capítulo III de las Normas Particulares de ENDESA 2005.

El número de circuitos por cada transformador estará determinado según lo determinado para cálculos de baja tensión correspondientes. Cada una de las líneas mencionadas anteriormente deberían de seguir una estructura que posibilite una alimentación alternativa cuando existiera una avería.

1.14.1 Canalizaciones y arquetas

Se realizarán tubería de Polietileno Corrugado de 160 mmØ en los diferentes tramos de canalizaciones subterráneas. Dichas tuberías se instalarán en medida de lo posible bajo aceras, cuando sea posible, y se encontrarán a una mínima profundidad de 60 cm en acera y 80 cm de calzada. Estarán cubiertas de una masa de hormigón en masa de 200 Kg. /m³.

Se dispondrá de un tubo por circuito y un tubo aparte de reserva en todo el recorrido.

1.14.2 Arquetas

Como ya se indicó anteriormente, para cambio de dirección o bien de rasante, así como a distancias determinadas se construirán arquetas-registro, del tipo A1 o A2. En

dichas arquetas se colocará un marco y una tapa de fundición según el tipo de arqueta. Las características son idénticas a lo mencionado anteriormente en las arquetas de Media Tensión.

1.14.3 Conductores

Los conductores utilizados serán unipolares de aluminio. El aislamiento de dichos conductores será de polietileno reticulado (XLPE) con una cubierta de aislamiento exterior de PVC negro para niveles de 0,6/1 kV. Dichos conductores tendrán asignadas unas intensidades máximas admisibles que se exponen en la Tabla 1.9, a estas intensidades se le debe de aplicar un coeficiente de 0,8 por estar ubicado en canalizaciones bajo tubo.

Tabla 1.9 Conductores utilizados para conexiones de Baja Tensión.

Cables con Nivel de Aislamiento 0,6/1 kV	
Sección (mm ²)	240
Diámetro exterior (mm)	24,90
Peso (Kg/Km)	2,327
Resistencia máxima a 20°C (Ω /Km)	0,0775
Carga máxima admisible enterrados bajo tubo a 1m de profundidad	305
Cables con Nivel de Aislamiento 0,6/1 kV	
Sección (mm ²)	150
Diámetro exterior (mm)	20,1
Peso (Kg/Km)	1470
Resistencia máxima a 20°C (Ω /Km)	0,124
Carga máxima admisible enterrados bajo tubo a 1m de profundidad	230
Cables con Nivel de Aislamiento 0,6/1 kV	
Sección (mm ²)	95
Diámetro exterior (mm)	16,6

Peso (Kg/Km)	1000
Resistencia máxima a 20°C (Ω /Km)	0,193
Carga máxima admisible enterrados bajo tubo a 1m de profundidad	175

1.14.4 Armarios y cajas

Cajas de seccionamiento

Las cajas de seccionamiento conectan principalmente una entrada, una salida y una derivación o acometida hasta la Caja General de Protección del cliente.

Cajas generales de protección

Las CGP se colocarán en diferentes lugares según la topología de la red, siendo aérea o subterráneo. En nuestro caso, nuestras CGPs irán colocadas a una altura mínima de 30 cm del suelo en las fachadas principales donde se ubiquen los suministros solicitantes. Dicha CGP deberá estar situada en un lugar accesible desde la vía pública. Se ha previsto instalar una caja general de protección por cada suministro, ya que consumen una gran cantidad de potencia y así lo indica el reglamento eléctrico de Baja Tensión.

Armario de distribución y derivación urbana

Se colocarán ADU donde se realizarán derivaciones importantes de la red principal, se constituirán puntos de reparto con seccionamiento y protección de la red eléctrica. Los armarios previstos para la instalación en nuestro proyecto serán prefabricados de hormigón y herraje de fijación.

1.14.5 Empalmes, terminales y derivaciones

Empalmes

Los empalmes se harán mediante manguitos termorretráctiles recubiertos de aislamiento. El sistema de punzonado será con punzonado profundo escalonado

Derivaciones

Las derivaciones se realizarán mediante conectores de derivación por compresión.

Terminales

Los terminales serán bimetálicos con engastado mediante punzonado profundo escalonado.

1.14.6 Sistemas de protección.

La red en baja tensión deberá de estar protegida contra los efectos de las sobre intensidades que puedan presentarse por lo que se utilizarán los siguientes sistemas de protección:

- Protección a sobrecargas y cortocircuitos: fusibles o interruptores serán utilizados automáticos calibrados situados en el CBT desde donde comenzarán los circuitos de Baja Tensión. La colocación de elementos de protección no será necesaria cuando la sección del conductor es constante.

Por otro lado, se tomarán las medidas siguientes para proteger la instalación contra contactos directos:

- Se colocarán sobre cuadros eléctrico el aislamiento de sistemas de protección y control de la red eléctrica, al igual que las conexiones.

- Se deberá de recubrir todos los conductores con aislamiento de XLPE.

El neutro de las redes de distribución en BT se conectará a tierra en el centro según la forma prevista en la Normas particulares de Endesa. El conductor neutro también deberá estar puesto a tierra en otros puntos de la línea, siempre a una distancia menor de 200 metros como mínimo. Se elegirán como puntos de puesta a tierra los lugares donde se realicen derivaciones importantes.

1.15 Alumbrado público exterior.

1.15.1 Descripción de instalación

La instalación de alumbrado público se alimenta desde de la caja protección y medida ubicada dentro del armario de alumbrado público de marca "PINAZO" que se

encuentra instalado en pared lateral del C.T-33387. La red de alumbrado público está formada por 3 circuitos de alumbrado, los cuales alimentan a toda la instalación de iluminado exterior proyectado en dicho proyecto a ejecutar y transcurrirán por lugares diferentes alrededor del polígono.

Los niveles máximos de luminancia o iluminancia de las instalaciones proyectadas de alumbrado público exterior explicadas no podrán ser mayores de 20 % los niveles medios por normativa vigente.

1.15.2 Normativa

La normativa utilizada para las características de la iluminación exterior proyectada en el presente proyecto a ejecutar son todas las instrucciones técnicas complementarias.

1.15.3 Alumbrado exterior

En los apartados descritos a continuación estudiaremos los tipos de vías utilizadas y su clasificación para la determinación de los circuitos y sus características.

El nivel de iluminación de una vía depende de diversos factores como serían la intensidad del tráfico, la ubicación de la instalación...etc.

1.15.3.1 Clasificación de las vías y selección de clases de alumbrado.

El criterio inicial para la elección de clase de vía es la velocidad a la que pueden circular los vehículos por la vía a estudiar, para ello utilizamos la siguiente tabla:

Tabla 1.10 Clasificación de las vías según velocidad de vehículos.

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	--
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

El tipo de vía escogida para las diferentes calles de nuestra instalación sería de tipo B, se elige este tipo para todas las calles a estudiar ya que tienen las mismas dimensiones de vía. Este tipo B escogido alberga una velocidad moderada de 30 a 60 km/h.

Cuando se ha elegido el tipo de vía según la velocidad de los vehículos que la transitan, posteriormente se debe de elegir el tipo de alumbrado.

Se mostrará a continuación en la Tabla 2.11 los tipos de iluminación para el tipo de vía elegido, en nuestro caso, el tipo B.

Tabla 1.11 Clase de iluminación en tipo de vía B.

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado ⁽¹⁾
B1	Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante. Vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales y fincas.	ME2 / ME3c ME4b / ME5 / ME6
	Intensidad de tráfico IMD $\geq$ 7.000 IMD $<$ 7.000	
B2	Carreteras locales en áreas rurales.	ME2 / ME3b ME4b / ME5
	Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera. IMD $\geq$ 7.000 IMD $<$ 7.000	

Para el estudio de nuestra vía hemos elegido la clase de alumbrado M5.

1.15.3.2 Niveles de iluminación

En la siguiente tabla se observan los requisitos fotométricos que se deben de aplicar a las vías del tipo elegido para nuestra instalación.

Tabla 1.12 Series ME para clase de alumbrado para vía tipo A o B.

Clase de Alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas			Deslumbramiento Perturbador	Iluminación de alrededores
	Luminancia ⁽⁴⁾ Media L_m (cd/m ²) ⁽¹⁾	Uniformidad Global U_o [mínima]	Uniformidad Longitudinal U_l [mínima]	Incremento Umbral TI (%) ⁽²⁾ [máximo]	Relación Entorno SR ⁽³⁾ [mínima]
ME1	2,00	0,40	0,70	10	0,50
ME2	1,50	0,40	0,70	10	0,50
ME3a	1,00	0,40	0,70	15	0,50
ME3b	1,00	0,40	0,60	15	0,50
ME3c	1,00	0,40	0,50	15	0,50
ME4a	0,75	0,40	0,60	15	0,50
ME4b	0,75	0,40	0,50	15	0,50
ME5	0,50	0,35	0,40	15	0,50
ME6	0,30	0,35	0,40	15	Sin requisitos

Hemos determinado los requisitos fotométricos para el alumbrado según nuestro tipo de vía. En el anexo de Cálculos justificativos se detallará el cálculo luminotécnico donde se podrán determinar los diferentes datos fotométricos de nuestra instalación.

Componentes de la instalación

1.15.3.3 Características de la vía

Se va a estudiar el tamaño de nuestra vía y las diferentes características de la luminaria seleccionada para la instalación.

- Vía

La dimensión de nuestra calle a estudiar, que valdrá para el estudio de todas las diferentes calles del proyecto son las siguientes:

- Anchura del carril: 5 m
- Camino peatonal: 2 m

El revestimiento de la calzada será de tipo R3, con un $q_0=0,070$.

Para la iluminación de la vía, se utilizará:

Tabla 1.13 Características de técnicas

Tipo luminaria	LED
Potencia luminaria	40W
Disposición luminarias	Tresbolillo
Distancia entre mástiles	50 m
Altura de montaje	6.08 m
Altura punto de luz	6 m
Saliente sobre la calzada	0
Inclinación del brazo	10°
Longitud del brazo	1 m
Flujo luminoso (Luminaria)	3875,23
Flujo luminoso (Lámpara)	4300

Mediante la disposición de las luminarias se ha conseguido el nivel de iluminación y uniformidad exigidas, esto queda justificado en el anexo de cálculos justificativos de este proyecto.

1.15.3.4 *Tipo de luminaria*

Para la vía descrita anteriormente hemos seleccionado la misma luminaria. Esta luminaria será la misma para todas las vías del polígono, ya que cumplen con las mismas características que la vía estudiada.

La luminaria seleccionada es de marca PHILIPS de tipo LED cuyo nombre técnico es BGP352 T25 1xGRN40-3S/830 DN con una potencia por luminaria de 40 W y un flujo luminoso total de 4300 lúmenes.

1.15.4 Instalación eléctrica para el alumbrado

1.15.4.1 Descripción de la instalación

La instalación pública de alumbrado se divide en numerosas partes:

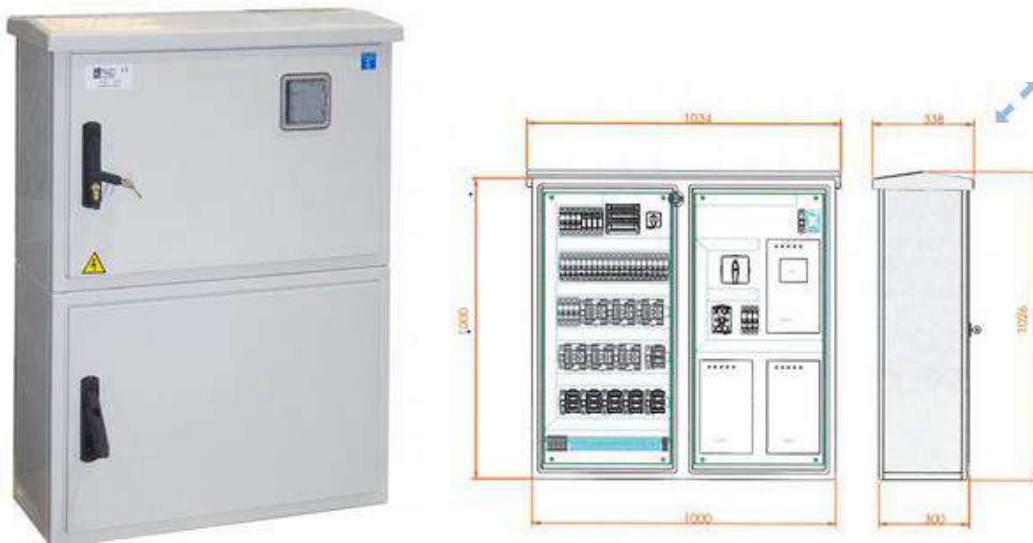
- La acometida que conecta la red general de suministro eléctrico con nuestra instalación.
- Caja de protección y medida, los cuales se utilizan para la maniobra y protección adecuada.
- Canalizaciones eléctricas que serán las que unan los diferentes puntos de luz instalados para la iluminación. Estas unirán estos puntos de luz con el centro de mando.
- Puntos de luz. Se considera la luminaria y el soporte descritos en el apartado anterior.

1.15.4.2 Acometida

La acometida será subterránea y se realizarán según normativa vigente de la compañía. Dicha acometida finaliza en la CPM y desde esta caja protección y media se realizarán las derivaciones individuales hasta el armario de alumbrado. Los conductores utilizados para la instalación tendrán una sección de 50 mm² Al.

1.15.4.3 Armario de alumbrado público

Es armario metálico previsto para la intemperie, de poliéster. El armario exterior cuenta con dos compartimentos aislados, uno para el cliente y el otro para la compañía distribuidora. El armario exterior será de la marca PINAZO siendo un modelo IP-55 detallado en planos adjuntos.



En el compartimiento de la compañía distribuidora vendrán los módulos de la acometida y los equipos de medida. En el compartimiento del abonado se alojarán los elementos de maniobra y protección para las salidas correspondientes.

1.15.4.4 Conductores

Los conductores empleados no deben superar el 3% de caída de tensión desde el cuadro de mando y protección hasta la línea más lejana. La sección mínima del conductor es de 6 mm².

Los conductores elegidos para la distribución de la electricidad para el alumbrado exterior son de cobre con tensión 0,6/1 kV de sección 6 mm² y de 16 mm² para el neutro y con clase RZ1-K(AS), conductor con aislamiento XLPE y cubierta de policloruro de vinilo.

1.15.4.5 Canalizaciones

Canalización subterránea en acera

Los cables de la instalación de alumbrado irán colocados en tubos de PE de 75 mm de diámetro, las características de la zanja vienen determinadas por :

- Profundidad: 40 cm.
- Anchura: 30 cm.
- Las paredes serán verticales.

Canalización subterránea en calzada

Para la canalización subterránea en cruce de vías los conductores irán colocados bajo tubo con diámetro de 75 mm. Las características de las zanjas son las siguientes:

- Profundidad: 0,6 m
- Anchura: 0,3 m
- Las paredes serán verticales.

1.15.4.6 Arquetas

En cada punto de luz se situará una arqueta de 40x40x72 cm (largo x ancho x profundidad). Los tubos estarán a 10 cm sobre el fondo de la arqueta. Las arquetas estarán provistas de su marco y tapa como se indica en sus planos correspondientes.

Habrà otro tipo de arqueta de 60x60x80 cm (ancho x largo x profundidad) al pie del cuadro de mando y protección y cuando las canalizaciones realicen un cruce de vial. Sobre la arqueta se situará el marco correspondiente. El conjunto arqueta, tapa se situará al ras del pavimento para no suponer un obstáculo para los viandantes

1.15.4.7 Puesta a tierra

Todos los elementos metálicos de la instalación de alumbrado público exterior proyectada, elementos ubicados en el armario público exterior, cuadros de derivación metálicos y columnas estarán puestos a tierra.

La conexión de PAT se efectuará mediante conductor desnudo de 35 mm² de sección. Tendrá un con recubrimiento de color verde-amarillo, de sección mínima de 16 mm² con pica de cobre de 14 mm de diámetro y de 2 m de longitud. La resistencia a tierra no será superior a 20 Ω , si fuese necesario se aumentará las picas de puesta a tierra.

1.16 Conclusiones

Acompañan a la Memoria, Planos, Pliego de Condiciones, Estudio de Seguridad y Salud y Presupuesto, con todo lo cual, se cree será suficiente para dar una clara idea de lo proyectado y sirva, al mismo tiempo, para que sea concedida autorización administrativa y aprobación del Proyecto de ejecución y su posterior puesta en servicio.

Baeza, Junio de 2020

El ingeniero Industrial

Manuel Jesús Montoro García

Documento 2

CALCULOS JUSTIFICATIVOS

2 CALCULOS JUSTIFICATIVOS

2.1 Previsión de potencias para el cálculo de instalaciones.

Se pretende determinar la previsión de cargas para los diferentes suministros en baja de forma que asegure su utilización para los diferentes consumidores y también para prevenir un futuro aumento de potencia. Se tiene en cuenta esta previsión de futuros aumentos para que esto no conlleve a la reforma de la instalación eléctrica. La previsión sirve a su vez para calcular las dimensiones de la capacidad de suministro de las líneas de distribución que se van a realizar y también, así como la potencia a instalar en cada uno de los centros.

Las previsiones preestablecidas serán los valores teóricos mínimos que se deben de tener en cuenta para la instalación de nuestro polígono.

El cálculo de previsión de potencia demandada para parcelas de uso se obtiene estableciendo un mínimo de 125 W por m², con un mínimo 10.350 W y un coeficiente de simultaneidad 1 según se indica en las normas particulares.

Se tiene en cuenta que nuestra previsión de cargas calculada para el dimensionamiento de las instalaciones eléctricas cumple con el mínimo establecido y de acuerdo con la Instrucción de la Dirección General de Industria, Energía y Minas con fecha 14-10-2004, sobre la previsión de cargas y coeficientes de simultaneidad en áreas de uso residencial y uso industrial.

Tabla 2.1 Previsión de potencia por parcela.

Nº parcela	SUPERFICIE m2	Potencia (KW)
1	336	42
2	474	59,25
3	288	36
4	396	49,5
5	515	64,375
6	255	31,875
7	247	30,875
8	564	70,5
9	305	38,125
10	405	50,625
11	172	21,5
12	340	42,5
13	792	99

14	347	43,375
15	1080	135
16	913	114,125
17	257	32,125
18	228	28,5
19	363	45,375
20	589	73,625
21	124	15,5
22	160	20
23	682	85,25
24	155	19,375
25	155	19,375
26	155	19,375
27	156	19,5
28	155	19,375
29	155	19,375
30	155	19,375
31	155	19,375
32	155	19,375
33	159	19,875
34	310	38,75
35	371	46,375
36	877	109,625
37	459	57,375
38	310	38,75
39	619	77,375
40	310	38,75
41	310	38,75
42	215	26,875
43	327	40,875
44	317	39,625
45	328	41
46	808	101
47	327	40,875
48	649	81,125
49	479	59,875
50	310	38,75
51	514	64,25
52	310	38,75
53	310	38,75
54	310	38,75

55	310	38,75
56	465	58,125
57	624	78
58	855	106,875
59	955	119,375
60	906	113,25
61	778	97,25
62	692	86,5
63	620	77,5
64	530	66,25

La superficie útil total y utilizada para el cálculo de previsión de cargas tiene un total de 26.892 m² de superficie. Esta superficie se divide en un total de 64 parcelas en los que se pretende dar suministro.

Para abastecer dicha superficie, y atendiendo a la metodología de cálculo de previsión de potencias para superficies destinadas a edificaciones industriales, se obtiene un total de 3.361,5 KW.

Para abastecer dicha potencia, teniendo en cuenta las futuras ampliaciones de potencia y/o nuevos suministros que se puedan dar en la zona, se ha establecido instalar un total de 5180 KVA. Esta potencia irá repartida en 4 centros de transformación, dicha ubicación se podrá observar en los planos adjuntos.

La potencia de cada centro de transformación es la siguiente:

- CT1 → 2 transformadores de 630 KVA.
- CT2 → 2 transformadores de 630 KVA.
- CT-33387 → 2 transformadores de 630 y 400 KVA respectivamente.
- CT-4 → 2 transformadores de 630 y 1.000 KVA respectivamente.

2.2 Cálculos del centro de transformación interior prefabricado.

Se han proyectado la instalación de 4 centros de transformación con un modelo PFU-5 de la marca Ormazábal, ya descritos anteriormente en la memoria descriptiva. En cada uno de estos centros prefabricados se instalarán 2 transformadores por cada centro. Se instalarán un total de 6 transformadores de 630 KVA, 1 transformador de 400 KVA y 1

transformador de 1000 KVA. Se estudiará los cálculos para los diferentes centros de transformación.

La tensión primaria en los centros de transformación es de 25 KV y la tensión en el secundario es de 400 V entre fases y 230 entre fase y neutro.

El tramo de línea de 5 metros que irá desde la celda de protección hasta el transformador, que estará formado por un conductor de aluminio de 1x150 mm² 18/30KV, no es necesario justificar su idoneidad dada la pequeña longitud e intensidad que va a transportar.

El puente de baja tensión se efectuará con cable del tipo Plastigrón 1, apto para una tensión de servicio 0,6/1 kV, de 240 mm² de Aluminio. Se instalarán los siguientes conductores según el tamaño del transformador a instalar en el centro:

- Transformador de 630 KVA: (3x3x240) +(2x240) mm² Al
- Transformador de 1000 KVA: (3x4x240) +(2x240) mm² Al
- Transformador de 400 KVA: (3x2x240) + (1x240) mm² Al

2.2.1 Centro de distribución.

Desde los centros se atenderá el suministro en baja. Los diferentes centros de transformación que se proyectan son:

Tabla 2.2 Características del transformador en el CT-1

Transformador	Potencia (kVA)	Clase
TR1	630	B2
TR2	400	B2

Tabla 2.3 Características del transformador en el CT-2

Transformador	Potencia (kVA)	Clase
TR1	630	B2
TR2	630	B2

Tabla 2.4 Características del transformador en el CT-3

Transformador	Potencia (kVA)	Clase
TR1	630	B2
TR2	1000	B2

Tabla 2.5 Características del transformador en el CT-33387

Transformador	Potencia (kVA)	Clase
TR1	630	B2
TR2	630	B2

2.2.1.1 Intensidad en M.T.

La intensidad del circuito primario I_p del transformador viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \times U_p} \quad (1)$$

Los valores serán:

S = Potencia en kVA.

U_p = Tensión primaria en kV.

I_p = Intensidad primaria en A.

Sustituyendo valores:

Tabla 2.6 Intensidad Primaria de transformadores en el CT-1

Transformador de potencia	Potencia del transformador (kVA)	Tensión primaria (kV)	Intensidad primaria (A)
TR1	400	25	9,23
TR2	630	25	14,55

Tabla 2.7 Intensidad Primaria de transformadores en el CT-2

Transformador de potencia	Potencia del transformador (kVA)	Tensión primaria (kV)	Intensidad primaria (A)
TR1	630	25	14,55
TR2	630	25	14,55

Tabla 2.8 Intensidad Primaria de transformadores en el CT-33387

Transformador de potencia	Potencia del transformador (kVA)	Tensión primaria (kV)	Intensidad primaria (A)
TR1	630	25	14,55
TR2	630	25	14,55

Tabla 2.9 Intensidad Primaria de transformadores en el CT-3

Transformador de potencia	Potencia del transformador (kVA)	Tensión primaria (kV)	Intensidad primaria (A)
TR1	630	25	14,55
TR2	1000	25	23,09

2.2.1.2 Intensidad de BT.

La intensidad del circuito secundario vendrá expresada por:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} \times U} \quad (2)$$

Donde:

S = Potencia (kVA).

W_{fe} = Pérdidas vacío (kW).

W_{cu} = Pérdidas carga (kW).

U_s = Tensión compuesta secundaria (kV)

I_s = Intensidad secundaria (A)

Sustituimos valores:

Tabla 2.10 Intensidad de baja tensión para transformadores en el CT-1

Transformador de potencia	Potencia del transformador (kVA)	Pérdidas en vacío (kW)	Pérdidas en carga (kW)	Tensión secundaria (kV)	Intensidad Secundaria (A)
TR1	400	0,93	4,9	0,4	568,93
TR2	630	1,3	6,5	0,4	898,06

Tabla 2.11 Intensidad de baja tensión para transformadores en el CT-2

Transformador de potencia	Potencia del transformador (kVA)	Pérdidas en vacío (kW)	Pérdidas en carga (kW)	Tensión secundaria (kV)	Intensidad Secundaria (A)
TR1	630	1,3	6,5	0,4	898,06
TR2	630	1,3	6,5	0,4	898,06

Tabla 2.12 Intensidad de baja tensión para transformadores en el CT-33387

Transformador de potencia	Potencia del transformador (kVA)	Pérdidas en vacío (kW)	Pérdidas en carga (kW)	Tensión secundaria (kV)	Intensidad Secundaria (A)
TR1	630	1,3	6,5	0,4	898,06
TR2	630	1,3	6,5	0,4	898,06

Tabla 2.13 Intensidad de baja tensión para transformadores en el CT-3

Transformador de potencia	Potencia del transformador (kVA)	Pérdidas en vacío (kW)	Pérdidas en carga (kW)	Tensión secundaria (kV)	Intensidad Secundaria (A)
TR1	630	1,3	6,5	0,4	855,30
TR2	1000	1,7	10,5	0,4	983,14

2.2.1.3 Cortocircuito

2.2.1.3.1 CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.

El cálculo de las corrientes de cortocircuito vendrá calculado por la expresión:

Intensidad primaria para cortocircuito en MT tensión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3}xU} \quad (3)$$

Siendo:

S_{cc} = Potencia de cortocircuito (MVA)

U = Tensión compuesta primaria (kV)

I_{ccp} = Intensidad de cortocircuito primaria (kA).

Tabla 2.14 Cálculo de corrientes de cortocircuito primaria.

Transformador de potencia	Potencia del transformador (kVA)	Potencia de Cortocircuito (MVA)	Vp (kV)	Iccp (kA)
TR1	630	500	25	11,54
TR2	400	500	25	11,54
TR3	1000	500	25	11,54

La intensidad de cortocircuito primaria no varía, ya que las variables dependen de la potencia de cortocircuito impuesta por la suministradora y tensión de la red. Por este motivo, da igual que tipo de transformador se instale, ya que la I_{ccp} será siempre la misma.

Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión:

Despreciando la impedancia en baja tensión, tenemos que:

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} \times \frac{U_{cc}}{100} \times U_s} \quad (4)$$

Siendo:

S = Potencia del transformador (kVA).

U_{cc} (%) = Tensión de cortocircuito en porcentaje del transformador.

U_s = Tensión compuesta en carga del secundario (V)

I_{ccs} = Intensidad de cortocircuito secundaria (kA).

Tabla 2.15 Cálculo de corrientes de cortocircuito secundaria para CT-1.

Transformador de potencia	Potencia del transformador (kVA)	Tensión secundaria (V)	U_{cc} (%)	I_{ccs} (kA)
TR1	630	400	4,5	19,24
TR2	400	400	4,5	12,22

Tabla 2.16 Cálculo de corrientes de cortocircuito secundaria para CT-2 y CT-33387.

Transformador de potencia	Potencia del transformador (kVA)	Tensión secundaria (V)	U_{cc} (%)	I_{ccs} (kA)
TR1	630	400	4,5	19,24
TR2	630	400	4,5	19,24

Tabla 2.17 Cálculo de corrientes de cortocircuito secundaria para CT-3.

Transformador de potencia	Potencia del transformador (kVA)	Tensión secundaria (V)	U_{cc} (%)	I_{ccs} (kA)
TR1	630	400	4,5	19,24
TR2	1000	400	6	22,91

2.2.2 Dimensionado del embarrado

Las características del embarrado son:

Intensidad asignada: 400 A.

Límite térmico, 1s: 16 kA eficaces.

Límite electrodinámico: 40 kA cresta.

La intensidad nominal deberá estar soportada por el embarrado intentando que no supere la temperatura de régimen permanente. Evitando los esfuerzos electrodinámicos y térmicos que se produzcan durante un cortocircuito.

2.2.2.1 Comprobación por densidad de corriente.

Es necesario verificar que densidad de corriente es necesaria para corroborar que el embarrado que forman los conductores es capaz de transportar la corriente nominal sin sobrepasar los límites pertinentes. Se garantiza una corriente de 400 A gracias a la envolvente de las celdas.

2.2.2.2 Comprobación por sollicitación electrodinámica

En caso de un cortocircuito se deberá de verificar que cumple con:

$$\sigma_{max} \geq \frac{I_{ccp}^2 * L^2}{(60 * d * w)} \quad (5)$$

Siendo:

σ_{max} :	Valor carga de rotura de tracción del material de los conductores.
I_{ccp} :	Intensidad cortocircuito permanente (kA)
L:	Separación longitudinal (cm)
d:	Separación de fases (cm)
W:	Módulo resistente conductores (cm ³)

2.2.2.3 Comprobación por sollicitación térmica a cortocircuito

El embarrado podrá soportar una sobreintensidad máxima admisible cuando se encuentra en cortocircuito de:

$$U_{th} = \alpha * S * \sqrt{\frac{\Delta t}{t}} \quad (6)$$

Siendo:

I_{th} : Intensidad eficaz

α : 13 para cobre

S : Sección embarrado.

t : incremento de temperatura, 150° para Cobre.

Δt : Tiempo de cortocircuito

En las celdas con bajo envolvente metálico la normativa vigente asegura que:

$$I_{th} \geq 20 \text{ kA para } 1s.$$

2.2.2.4 Selección de las protecciones de media y baja tensión.

Los diferentes trafos deben de estar protegidos para Media y Baja Tensión. En Media la protección la efectúan las celdas de protección a la que se conecta el trazo mientras que en baja tensión la protección se encuentra en los Cuadros de BT.

Protección MT.

La protección del trazo del centro se realizará utilizando fusibles combinados para protegerlo de cortocircuitos.

Estos fusibles protegen de forma rápida, casi instantánea, ya que puede evitar la conducción del máximo de las corrientes de cortocircuitos cuando este se funde.

Los fusibles deben de:

- Permitir conducción de intensidad nominal.
- No producir cortes durante el arranque de los transformadores en vacío, ya que la intensidad que circula es más elevada a la nominal.
- No producir disparos cuando el tiempo sea menor de 0,1 s aunque las corrientes sean 10 y hasta 20 veces la nominal.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá según el transformador.

Fusibles del cuadro de baja tensión:

Tabla 2.18 Fusibles de Baja Tensión normalizados para la normativa de Endesa.

Tensión (kV)	Potencia del transformador (kVA)						
	50	100	160	250	400	630	1.000
25	5	10	16	20	32	40	63
20	5	10	20	32	40	63	63
15,4	10	16	20	40	63	63	100
10	10	20	32	40	63	100	100
5	20	40	63	100	100	---	---

Tabla 2.19 Fusibles de Baja Tensión elegidos para los diferentes transformadores de potencia.

Potencia (kVA)	Tensión (kV)	In fusibles (A)
400	25	32
630	25	40
1000	25	63

Proteccion en BT.

Para los circuitos en BT se instalará 1 cuadro de BT con su respectiva ampliación en el caso de que fuera necesario. Se instalarán fusibles en cada salida del CBT con un poder de corte superior a la corriente de cortocircuito, y además, dichos fusibles deberá poder soportar la intensidad de corriente exigida de esa salida.

Puentes de Baja tensión

La intensidad máxima que se transporta por los puentes de BT se calcula por:

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} \quad (7)$$

Siendo:

S Potencia nominal del trafo (kVA)

Us Tensión del primario BT (kV)

Is Intensidad del secundario del transformador (BT) en A.

Dado los datos de la instalación proyectada (Tensión nominal del secundario 400 y potencia del transformador 400 KVA) la intensidad nominal del secundario es 578 A. Para

trafos de 630 KVA la intensidad nominal del secundario es 910 A. Y, por otro lado, para transformadores de potencia de 1000 KVA, la intensidad nominal del secundario es 1.443 A.

Puentes de M.T.

La intensidad del primario en un transformador trifásico se expresa por:

$$I_P = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_P} \quad (8)$$

Siendo:

- S Potencia del trafo (kVA).
- UP Tension del primario del transformador (MT)
- IP Intensidad en el secundario del transformador (MT)

Aplicando los valores (S=400 KVA y Up= 25 kV) se obtiene un valor de intensidad de 9,24 A. Para transformadores de 630 KVA se obtiene un valor de intensidad de 14,55 A. Y, por otro lado, para transformadores de 1000 KVA, se obtiene un valor de intensidad de 23,09 A.

2.2.2.5 Dimensionado de las conexiones MT

El conductor utilizado para la conexión será:

Soportará una tensión nominal entre 20 kV y 30 kV, con una tensión de aislamiento de 18/30kV y tendrá una sección de 150 mm². Las intensidades máximas admisibles de la sección indicada se pueden ver en la tabla 2.20.

Tabla 2.20 Intensidad Máxima admisible para conexiones MT.

Sección nominal conductor mm²	Instalación al aire
	Cable aislado con XLPE
<u>150</u>	<u>335</u>
Temperatura máxima en el conductor: 90° C	- Temperatura 40° C del aire - Una terna de cables unipolares en contacto mutuo. - Permitirá una eficaz renovación del aire.

La intensidad máxima permanente en régimen que circulará por estos cables no será superior a 335 según los cálculos que figuran anteriormente, siendo dichos valores muy inferiores a las máximas admisibles por los conductores seleccionados en consecuencia no se tendrá en cuenta el calentamiento en condiciones normales de funcionamiento.

2.2.2.6 Foso de aceite

Al utilizarse trafos que contienen más de 50 litros de aceite se deberá instalar un foso para la recogida de líquidos con una envolvente resistente.

2.2.3 Cálculo de las instalaciones de PAT.

2.2.3.1 Introducción

El cálculo de la instalación de puesta a tierra de los CT se realizará según el “Método UNESA” ya especificado en la memoria del proyecto.

2.2.3.2 Características generales de la instalación

Puesta a tierra de protección

La elevación del potencial en el circuito de PAT de protección producida por una falla a tierra es por donde circulará la intensidad de defecto. Cuando dicha intensidad se dispersa en el terreno aparecen gradientes de potencial. Cuando se diseña la PAT de protección se debe de tener en cuenta:

- Seguridad para trabajadores por la elevada potencia
- Sobretensiones peligrosas.
- Se debe de asegurar la eliminación de fallas mediante el control de la intensidad de defecto para accionar las protecciones.

Como ya hemos indicado anteriormente, la resistencia de tierra más alta debe de ser 37 ohmios. Esto posibilita que un defecto a tierra proteja contra contactos indirectos y no genere una tensión de servicio que supere los 24 V.

2.2.3.2.1 DATOS INICIALES

Los datos necesarios para realizar el cálculo serán:

U	Tensión de servicio (V).
Ubt	Nivel de aislamiento BT (V).

P Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$).

Duración de la falta:

Tipo de relé para desconexión inicial (tiempo Independiente o Dependiente).

$I_{a'}$	Intensidad de arranque del relé de desconexión inicial (A).
t'	Relé de desconexión inicial a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s).
k, α	Relé de desconexión inicial. Constantes del relé que dependen de su curva característica intensidad-tiempo.
k_v	Factor de tiempo de ajuste de relé de protección.

Reenganche rápido, no superior a 0'5 seg. Tipo de relé del reenganche

$I_{a''}$	Intensidad de arranque del relé tras el reenganche rápido (A);
t''	Relé a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s) tras en reenganche rápido.
k, α	Relé tiempo dependiente. Constantes del relé.
k_v	Factor de tiempo de ajuste de relé de protección.

Para el caso de red con neutro a tierra:

R_n	Resistencia de PAT del neutro (Ω)
X_n	Reactancia de PAT del neutro (Ω)

A continuación, se deberán seguir los pasos para calcular la puesta a tierra.

2.2.3.2.2 CÁLCULOS DE LA PUESTA A TIERRA.

2.2.3.2.2.1 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO. RESISTIVIDAD

Para instalaciones de terceros y de intensidad de cortocircuito a tierra menor o similar a 1'5 kA se pueda estimar la resistividad del terreno.

La siguiente tabla recoge una estimación de resistividad del terreno en la que se dan valores aproximados según naturaleza del suelo:

Tabla 2.21 Resistividad del terreno.

Naturaleza del terreno	Resistividad ($\Omega \cdot m$)
Terrenos pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silíceas	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedentes de alteración	1500 a 10000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600
Hormigón	2000 a 3000
Balasto o grava	3000 a 5000

Es recomendable utilizar el método de Wenner para determinar la resistencia del terreno. Para ello se clavarán en el terreno cuatro picas alineadas a una distancia (a) iguales entre sí y simétricas con respecto a el punto donde se quiere medir la resistividad. No se necesita que la distancia de profundidad de enterrado de las picas exceda de 30 cm.

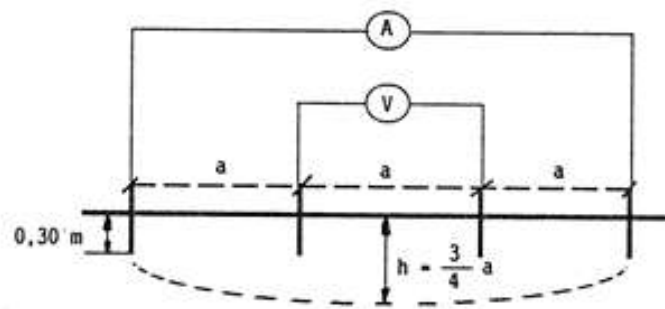


Figura 2.1.- Metodo de Wenner. Medición de resistividad.

Se debe de calcular la interdistancia entre las diferentes picas y la profundidad máxima a la que se colocará el electrodo de la puesta a tierra del CT (h) :

$$a = \frac{4}{3} \cdot h \quad (9)$$

Para progresar en el cálculo se inyecta una diferencia de potencia (V) entre las dos picas centrales y se mide la intensidad (I) que transcurre por el conductor que une las diferentes picas. La resistividad media entre la superficie y la profundidad viene dada por:

$$\rho_h = \frac{2 \cdot \pi \cdot a \cdot U}{I} \quad (10)$$

Si denominamos r a la lectura del aparato:

$$r = \frac{U}{I} \quad (11)$$

La resistividad quedará:

$$\rho_h = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot r \quad (12)$$

Siendo:

- ρ_h Resistividad media del terreno ($\Omega \cdot m$).
- r Lectura del equipo de medida (Ω).
- a Interdistancia entre picas en la medida (m).

2.2.3.2.3 DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE DEFECTO A TIERRA Y DEL TIEMPO A MÁXIMO DE ELIMINACIÓN DE DEFECTO.

2.2.3.2.3.1 RESISTENCIA MÁXIMA DE TIERRA DE PROTECCIÓN DEL CENTRO

Cuando se produce una falla a tierra, la sobretensión originada no debe ser superior al nivel de aislamiento de la instalación de BT del CT. Se debe de asegurar que se cumple:

$$I_d \cdot R_t \leq U_{bt} \quad (13)$$

La resistencia máxima de masas o protección del CT la podemos calcular por la expresión:

$$R_t \leq \frac{U_{bt}}{I_d} \quad (14)$$

2.2.3.2.3.2 DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE DEFECTO

El cálculo de la intensidad de defecto a tierra tiene una formulación diferente según el sistema de instalación de la PAT del neutro.

2.2.3.2.3.3 NEUTRO A TIERRA

Cuando las redes tienen el neutro conectado a tierra entonces la intensidad de defecto es inversamente proporcional a la impedancia del circuito. En el caso más desfavorable y reduciendo cálculos, simplemente se establecerá la impedancia de la puesta a tierra del neutro y su resistencia de puesta a tierra. Esto supondrá un cálculo aproximado de impedancia homopolar de las líneas y consigue diferencias los resultados de las posteriores modificaciones. Este criterio no será de aplicación cuando el neutro esté unido rígidamente a tierra, en los que si se considerará dicha impedancia.

Para el cálculo se aplicará la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_N^2 + (R_N + R_t)^2}} \quad (15)$$

Donde:

I_d Intensidad máxima de defecto (A).

c Factor de tension, $c=1,1$.

- Rt Resistencia PAT protección (Ω).
- Rn Resistencia PAT neutro (Ω).
- Xn Reactancia de PAT del neutro (Ω).

2.2.3.2.4 TIEMPO DE ELIMINACIÓN DEL DEFECTO

Las líneas de MT que alimentan los CT disponen de los dispositivos necesarios para despejar los posibles defectos a tierra mediante la apertura del interruptor que recibirá la orden transmitida por un relé.

Los tiempos de actuación de los relés dependerán de su función:

Relés a tiempo independientes:

Se accionará en un tiempo establecido cuando el valor de la sobreintensidad supere al valor establecido de arranque. En este caso:

$$t' = cte.$$

Relés a tiempo dependientes:

El tiempo de actuación depende inversamente de la sobreintensidad. Algunos de los relés más utilizados responden a la siguiente expresión:

$$t' = \frac{k}{\left(\frac{I'_d}{I'_a}\right)^\alpha - 1} \cdot k_v \quad (16)$$

Siendo:

- I'd Intensidad de defecto (A)
- I'a Intensidad de ajuste de protección (A)
- α , k Constantes características de curva de protección
- k_v Factor de tiempo de ajuste de relé de protección
- t' Tiempo de actuación del relé de protección (s)

En la tabla siguiente se dan valores de la contante (K') del relé para los tres tipos de curva (n') más utilizadas:

Tabla 2.22. Curvas de disparo habituales

Normal inversa ($\alpha = 0,02$)		Muy inversa ($\alpha = 1$)	Extremadamente inversa ($\alpha = 2$)
k	0,13	13,5	96

En el caso de que exista reenganche rápido, el tiempo de actuación sería:

Relé a tiempo independiente:

$$t' = cte.$$

Relé a tiempo pendiente

$$t'' = \frac{k}{\left(\frac{I_d'}{I_a'}\right)^\alpha - 1} \cdot k_v \quad (17)$$

La duración total de la falta será la suma de los tiempos correspondientes a la primera actuación más de la desconexión posterior en reenganche típico.

2.2.3.2.5 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA. SELECCIÓN DEL ELECTRODO.

Según sus dimensiones, forma y de la resistividad del suelo depende la resistencia de tierra del electrodo. Gracias a estos parámetros se puede calcular las resistencias de los electrodos. Según la tabla mostrada a continuación se expone los electrodos más habituales que se utilizan.

Tabla 2.23. Resistencia electrodos habituales

Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios
Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2\rho}{L}$
Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$

Siendo:

- R Resistencia del electrodo Ω
- ρ Resistividad del terreno $\Omega.m$.
- L Longitud de pica o conductor (m)
- r Radio con igual superficie que el área de la malla (m)

Las distintas configuraciones posibles vienen identificadas por un código que contiene la siguiente información:

Electrodos con picas en anillo

A-B / C / DE

- A Dimensión del lado mayor del electrodo (dm).
- B Dimensión del lado menor del electrodo (dm).
- C Profundidad a la que está enterrado el electrodo, es decir, la cabeza de las picas (dm).
- D Número de picas.
- E Longitud de las picas (m).

Electrodos con picas alineadas

A / BC

- A Profundidad a la que está enterrado el electrodo, es decir, la cabeza de las picas (dm).
- B Número de picas.
- C Longitud de las picas (m).

El valor superior de la resistencia de puesta a tierra del electrodo (K_r) se determinará según la forma y dimensiones exteriores del CT. Se debe de comprobar que la resistencia de PAT del electrodo cumple:

$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho} \quad (18)$$

Una vez seleccionado el electrodo debemos de determinar sus parámetros característicos:

- K_r Valor unitario de la resistencia de PAT ($\Omega/\Omega \cdot m$)
- K_p Valor unitario que representa la máxima tensión de paso unitaria en la instalación ($V/\Omega \cdot m \cdot A$)

Kc Valor unitario que representa la máxima tensión de contacto unitaria en la instalación (V/Ω·m·A)

2.2.3.2.6 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PAT, INTENSIDAD DE DEFECTO Y TENSIONES DE PASO PARA EL ELECTRODO SELECCIONADO.

Se deben de calcular la resistencia de PAT (R_t'), intensidad de defecto (I_d') y tensión de defecto (V_d') del electrodo elegido mediante las expresiones descritas a continuación:

Resistencia de PAT del electrodo seleccionado

$$R_t' = K_r \cdot \rho$$

Intensidad de defecto a tierra:

$$\text{Para neutro aislado: } I_d' = \frac{c \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + [\omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)]^2 \cdot (3 \cdot R_t')^2}} \quad (19)$$

$$\text{Para neutro a tierra: } I_d' = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_n^2 + (R_n + R_t')^2}} \quad (20)$$

Tensión de defecto

$$U_d' = R_t' \cdot I_d' \quad (21)$$

En general, la tensión de paso exterior (U_p') y la tensión de contacto (U_c') se calculan mediante las siguientes fórmulas:

Tensión de paso máxima:

$$U_p' = I_d' \cdot \rho \cdot K_p \quad (22)$$

Tensión de contacto máxima:

$$U_c' = I_d' \cdot \rho \cdot K_c \quad (23)$$

Además, al existir un malazo equipotencial en la solera del CT conectado al electrodo de puesta a tierra, la tensión de paso de acceso será equivalente al valor de la tensión de contacto exterior, por lo tanto:

Tensión de paso más elevada en el acceso:

$$U_{p(acc)}' = I_d' \cdot \rho \cdot K_c \quad (24)$$

Al construir el mallazo equipotencial no es necesario considerar el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior del CT, que serán prácticamente nulas, al igual que también lo serán las tensiones de contacto del exterior del CT.

2.2.3.2.7 AGRUPACIÓN DE ELECTRODOS EN PARALELO

La agrupación de electrodos en paralelo se utilizará cuando no sea posible alcanzar un valor de resistencia adecuado para verificar que las tensiones de paso y contacto sean admisibles utilizando un solo electrodo.

La resistencia equivalente del electrodo (R'_t) resultante de la agrupación en paralelo de los N electrodos individuales se obtendrá a partir de la resistencia de cada electrodo individual (R'_{ti}) mediante la expresión:

$$R'_t = \frac{1}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{R'_{ti}}} \quad (25)$$

Si suponemos la resistividad del terreno constante alrededor del CT, la resistencia individual de cada electrodo dependerá de su valor unitario de resistencia (K_{ri}) que será diferente según su configuración geométrica:

$$R'_{ti} = \rho \cdot K_{ri} \quad (26)$$

Con lo que resulta:

$$R'_t = \frac{\rho}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{K_{ri}}} \quad (27)$$

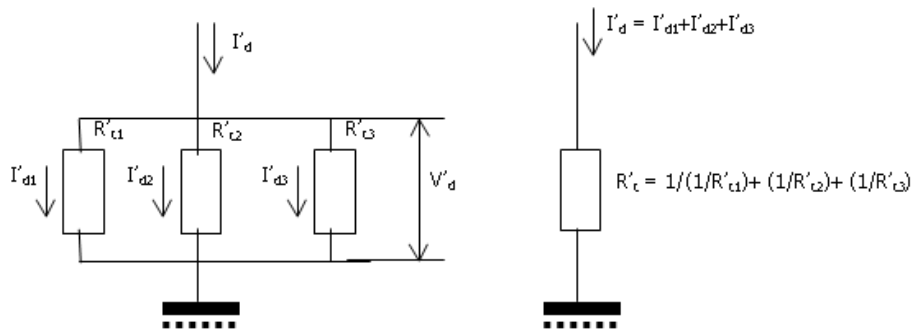
La tensión de defecto será igual para todos ellos y se calculará de acuerdo con la ecuación siguiente:

$$U'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (28)$$

La corriente de defecto que atravesará cada uno de los electrodos individuales será inversamente proporcional a su resistencia de puesta a tierra:

$$I'_{di} = \frac{U'_d}{R'_{ti}} \quad (29)$$

Figura 2.2.-Circuito equivalente. Agrupación de electrodos en paralelo.



Se considerará con una precisión aproximada el valor de la tensión de paso en la superficie sobre cada electrodo que será igual a la que se ha calculado a partir de su valor unitario de tensión de paso exterior (K_{pi}) y intensidad de defecto que lo atraviesa (I_{di}):

$$U'_{pi} = K_{pi} \cdot \rho \cdot I'_{di} \quad (30)$$

Se adoptará como tensión de paso de cálculo (U_p') el máximo de los valores de las tensiones de paso para cada electrodo individual:

$$U'_p = \text{máx} (U'_{pi}) \quad (31)$$

De manera análoga calcularemos la tensión de paso en el acceso $U_{p(\text{acc})}'$ como:

$$U'_{p(\text{acc})i} = K_{ci} \cdot \rho \cdot I'_{di} \quad (32)$$

$$U'_{p(\text{acc})} = \text{máx} (U'_{p(\text{acc})i}) \quad (33)$$

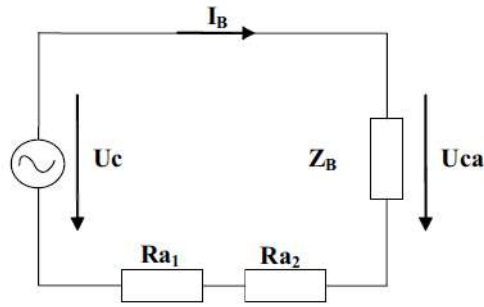
2.2.3.2.8 VALORES MÁXIMOS DE TENSIÓN ADMISIBLES

La tensión máxima admisible por el cuerpo humano dependerá de la duración de la corriente de falta.

Tabla 2.24. Tensión de contacto aplicada admisible

Duración de la falta t_F (s)	Tensión de contacto aplicada admisible U_{ca} (V)
0,05	735
0,1	633
0,2	528
0,3	420
0,4	310
0,5	204
1	107
2	90

Figura 2.3.-Circuito equivalente. Agrupación de resistencias en paralelo.



Donde:

- Uca Tensión de contacto
- Upa Tensión de paso aplicada admisible ($U_{pa}=10 \cdot U_{ca}$ según ICT-RAT-13)
- ZB Impedancia del cuerpo humano (se considera $1.000 \, \Omega$)
- IB Corriente a través del cuerpo
- Uc Tensión de contacto máxima admisible en la instalación
- Up Tensión de paso máxima admisible en la instalación
- Ra1 Resistencia adicionales (calzado)
- Ra2 Resistencias adicionales (contacto con el suelo)

Se determinarán los valores de tensión admisibles de contacto o de paso (U_c y U_p):

$$U_c = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2Z_B} \right] = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1,5 \cdot \rho_s}{1000} \right] \quad (34)$$

$$U_p = U_{pa} \left[1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B} \right] = 10U_{ca} \left[1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{1000} \right] \quad (35)$$

Se utilizará un coeficiente reductor que se multiplicará por la resistividad actual para cuando el terreno tenga una capa extra con una elevada resistividad. Dicho coeficiente se calculará por la siguiente fórmula:

$$C_s = 1 - 0,106 \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2h_s + 0,106} \right) \quad (36)$$

Siendo:

Cs	Coeficiente reductor
ρ	Resistividad del terreno natural
ρ^*	Resistividad capa superficial
hs	Espesor de la capa superficial

2.2.3.2.9 TENSIONES DE PASO Y CONTACTO EN EL INTERIOR DEL CT.

La solera del CT estará constituida con mallazo equipotencial y eliminará el riesgo por tensiones de paso o contacto en el interior de CT.

2.2.3.2.10 TENSIONES DE CONTACTO EN EL EXTERIOR DEL CT.

No será necesario el cálculo de las puertas y rejas metálicas que dan al exterior ya que no presentan ningún contacto eléctrico para presentar una tensión por un defecto a tierra.

2.2.3.2.11 TENSIÓN DE PASO DE EXTERIOR Y DE PASO EN EL ACCESO AL CT.

La tensión de paso exterior debe ser menor o igual que el máximo valor admisible :

$$U'_p \leq U_p$$

De este mismo modo, la tensión de paso en el acceso deberá ser igual o menor que el valor máximo admisible.

$$U'_{p(acc)} \leq U_{p(acc)} \quad (37)$$

2.2.3.2.12 PROTECCIÓN DEL MATERIAL

La tensión de defecto debe ser menor o igual que el nivel de aislamiento a frecuencia ind.l de los equipos de BT del CT:

$$U'_d \leq U_{bt} \quad (38)$$

2.2.3.2.13 GARANTÍA DE ELIMINACIÓN DE LA FALTA

La intensidad de arranque de las protecciones tendrá que ser superior a la intensidad de defecto:

$$I'_d > I'_a \text{ y } I'_d > I''_a \quad (39)$$

2.2.3.2.14 AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL

Debemos de escoger otra configuración en el caso de que el electrodo seleccionado incumpla algunas de las condiciones anteriores.

Aumentando la longitud total de electrodo horizontal, el número de picas o su longitud, disminuirá R_t' , y en consecuencia los valores de U_p' y $U_p(\text{acc})'$.

2.2.3.2.15 CÁLCULO DE PAT DE SERVICIO

Se adoptará un valor máximo de 37Ω . De esta manera podremos calcular el valor unitario máximo de resistencia de PAT del neutro de BT:

$$K'_r = \frac{37}{\rho} \quad (40)$$

El valor unitario de resistencia (K_r'') deberá de verificar la siguiente expresión:

$$K_r'' \leq K'_r \quad (41)$$

De esta forma se cumplirá que el valor de la resistencia de puesta a tierra del neutro de BT (R_{bt}') es menor de 37Ω :

$$R'_{bt} = K_r'' \cdot \rho \leq 37\Omega \quad (42)$$

2.2.3.2.16 SEPARACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS DE PAT PROTECCIÓN Y PAT SERVICIO.

La separación mínima (D) es la distancia entre puesta a tierra de protección y de servicio que se necesita para asegurar que no se transfieran tensiones peligrosas. Se calculará con la ecuación:

$$D > \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \pi \cdot U_i} \approx \frac{\rho \cdot I_d}{6.283} \quad (43)$$

Siendo:

- D Distancia entre circuitos (m)
- ρ Resistividad media del terreno ($\Omega \cdot m$)
- I_d Intensidad de defecto (A)

Ui Tensión inducida sobre el electrodo (V). Se utilizará la tensión de $U_i = 1000$

2.2.3.2.17 SISTEMA ÚNICO PARA LAS PUESTAS A TIERRA DE PROTECCIÓN Y SERVICIO.

Si la elevación de potencial ocasionada por un defecto a tierra es inferior a 1.000 V en instalaciones de MT del Centro, esto nos indica que se podrá prescindir de la tierra de servicio y podremos conectar el neutro de la baja tensión del trafo a la tierra de protección.

$$R \cdot I_d \leq 1.000V \rightarrow \text{tierra única} \quad (44)$$

Siendo:

R Resistencia de pat protección (Ω)

I_d Intensidad de defecto (A)

2.2.3.2.18 DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PAT Y DEL TIEMPO DE ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.

Los parámetros de instalación de MT que determinan las fallas a tierra son:

- Tipo de neutro. El neutro puede estar aislado, el cual ocasionará una limitación de corriente según los valores de impedancias o longitudes de la instalación.

- Tipo de protecciones. Los elementos de corte son los que eliminarán rápidamente los defectos tras realizar una apertura del elemento, así eliminará el defecto ocasionado. Estos se podrán activar en unos tiempos específicos y se podrán reactivar después de realizar su apertura en tiempos muy reducidos.

Según el apartado del estudio de terreno descrito en la memoria del dicho proyecto podremos utilizar una resistividad del terreno aproximada. Se estimará una resistividad del terreno media de aproximadamente unos 200 Ωm .

Resistividad del terreno	ρ	200	Ωm
--------------------------	--------	-----	------------------

Datos facilitados por la compañía suministradora

Tabla 2.25. Datos de la red proporcionados por la compañía suministradora

Tensión nominal	U	25.000	V
Puesta a tierra del neutro	A tierra - Resistencia		

Intensidad máx. de cortocircuito trifásico	I_{cc} máx	14,433	kA
Tiempo máximo de desconexión para ICCmáx	t_{Icc} máx	1	s
Intensidad máx. de cortocircuito monofásico	I_{cc1F}máx	200	A
Tiempo máximo de desconexión para ICCmáx	t_{Icc1F}máx	1	s
Factor de tensión (UNE-EN 60909-1)	C	1,1	
Resistencia del neutro de los transformadores de las Subestación	R_n	40	Ω
Desconexión inicial			
Tiempo máximo de disparo protección y eliminación del defecto	t	1	s
Intensidad de arranque de las protecciones	I_a	5	A
Factor de tiempo de ajuste de relé de protección	k	1	

Intensidad máxima de defecto:

$$U_{d \max \text{ cal.}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}} \quad (45)$$

Donde:

U_n Tensión de servicio [V]

R_n Resistencia del neutro [Ohm]

X_n Reactancia del neutro [Ohm]

I_d max cal. Intensidad máxima calculada [A] Esta será:

I_d max. Calculada = 335.84 A

Será similar o superior al valor establecido:

I_d max compañía = 200 A

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: U_r = 25 kV Puesta a tierra del neutro:
- Resistencia del neutro → R_n = 40 Ohm
- Reactancia del neutro → X_n = 0 Ohm

- Límite intensidad a tierra → $I_{dm} = 200 \text{ A}$

Tipo de protección:

- Intensidad de arranque → $I'a = 5 \text{ A}$
- Parámetro del relé → $K' = 13,5$
- Parámetro relé $n' = 1$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 1000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra $R_o = 200 \text{ Ohm} \cdot \text{m}$
- Resistencia del hormigón $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

La resistencia máxima de PAT de protección y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (46)$$

- I_d intensidad de falta a tierra [A]
- R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- V_{bt} tensión de aislamiento en baja tensión [V]

Se calculará de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} \quad (47)$$

Donde:

- U_n Tensión de servicio [V]
- R_n resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- X_n reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- I_d intensidad de falta a tierra [A]

El resultado que nos aparece es:

$$I_d = 335,84 \text{ A}$$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 2,98$$

Se elige un electrodo que cumpla tener una K_r siempre por debajo o muy cercana a la calculada para este caso y para este CT.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (48)$$

- R_t resistencia total [Ohm]
- R_o resistividad del terreno [Ohm·m]
- K_r coeficiente del electrodo

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$$R_t = 2,98 \text{ Ohm}$$

$$R_o = 200 \text{ Ohm·m}$$

$$K_r \leq 0,185$$

La configuración adecuada es la siguiente y tendrá las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 70-25/5/42
- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 7x 2,5 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: 4
- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_r = 0,084$
- De la tensión de paso $K_p = 0,0186$
- De la tensión de contacto $K_c = 0,0409$

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r * R_o \quad (49)$$

- K_r coeficiente del electrodo
- R_o resistividad del terreno en $[\text{Ohm} \cdot \text{m}]$
- R'_t resistencia total de puesta a tierra $[\text{Ohm}]$

Por lo tanto, para el centro de transformación:

- $R'_t = 16,8 \text{ Ohm}$

Y la intensidad de defecto real:

- $I'd = 254,12 \text{ A}$

Debe verificarse que $U_p > U'_p$ Siendo:

U_p Tensión de paso máxima admisible (V)

U'_p Tensión de paso (V)

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{4.000 + 6 \cdot \rho_s}{1000} \right] \quad (50)$$

$$U_p = 10 \cdot 107 \cdot \left[1 + \frac{4.000 + 6 \cdot 200}{1000} \right] = 6.634,00 \text{ (V)}$$

Si una persona pudiera estar pisando zonas de diferentes resistividades con cada pie, la tensión de paso de acceso máxima admisible tiene como valor:

$$U_{p,acceso} = U_{pa} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot \rho_s + 3 \cdot \rho_s^*}{Z_B} \right] \text{ (V)} \quad (51)$$

Donde:

$$U_{pa} = 10 \cdot U_{ca} \quad (52)$$

y,

ρ_s *, es la resistividad de la capa superficial El valor para el hormigón es de 3000 $\Omega \cdot m$.

$$U_{p,acceso} = 10 \cdot 107 \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot 2000 + 3 \cdot 200 + 3 \cdot 3000}{1000} \right] (V)$$

$$U_{p,acceso} = 15.622 (V)$$

Condición a cumplir:					
$U'_c \leq U_c$	U'_c	2078,66	U_c	246,10	NO CUMPLE
$U'_p \leq U_p$	U'_p	945,31	U_p	6.634	CUMPLE
$U'_p \leq U_{p,acceso}$	U'_p	945,31	$U_{p,acceso}$	15.622	CUMPLE

Dado que no es posible conseguir valores seguros de contacto se deberá tomar la medida adicional de construir una superficie equipotencial bajo el CT mediante un mallado soldado eléctricamente y embebido en hormigón. Esta medida ya fue mencionada en la memoria descriptiva del proyecto para evitar tensiones de contacto peligrosas.

2.2.4 Cálculo de la ventilación del C.T.

2.2.4.1 Introducción

La disipación del calor que se genera por el transformador en el interior del Centro se realizará utilizando preferentemente un sistema de circulación de aire mediante ventilación natural. Las diferencias de temperatura que genera el transformador y el aire que entra en el Centro provocan un flujo de aire.

Mediante un proceso de convección se genera un flujo de aire ascendente que permite una entrada del aire más frío por las rendijas que se ubican en lo bajo del centro de transformación, y a su vez, realiza una salida del aire caliente por las rendijas superiores. Las rendijas se colocan sobre muros opuestos y colocadas en las fachadas orientadas hacia la vía pública.

Ventilación natural.

La sección que ocupa las rendijas de ventilación se calcula según la potencia calorífica evacuada por la circulación natural de entrada y salida del aire a través de las rendijas.

$$S = \frac{P}{0.24 \cdot \lambda \cdot \sqrt{H(t_i - t_e)^3}} \quad (53)$$

Siendo:

P Potencia calorífica evacuada (kW)

λ Coeficiente de forma ($\lambda=0.4$)

S Superficie del hueco de entrada de aire (m²). Se supone igual la sección de entrada y salida de aire.

H Distancia vertical entre los centros geométricos de los huecos de entrada y salida de aire (m)

t_i Temperatura interior (°C)

t_e Temperatura media exterior (°C)

Si la ecuación antes mencionada se utiliza para un Centro de transformación, la potencia calorífica evacuada debe de coincidir con las pérdidas que tiene el transformador. Dichas pérdidas son la suma de Pérdidas de hierro (W_{Fe}) y las pérdidas de cobre (W_{Cu}):

$$P = W_{Fe} + W_{Cu} \quad (54)$$

Se aplica la fórmula para el máximo de dos transformadores previstos en la instalación del presente Proyecto. Los transformadores son 1000 kVA y un transformador de 630 KVA con unas pérdidas totales máximas (P) de 20 kW, considerando un salto térmico de 15 °C y una altura entre rejillas H de 1 m., se requiere una sección mínima de 2,7 m² para la correcta ventilación del local.

Como se ha calculado la sección mínima para la situación más desfavorable de cálculo de ventilación de un centro de transformación, esto posibilitará que estas superficies sean válidas para el resto de centros.

2.3 Cálculos de la intensidad en Media Tensión.

La intensidad de Media Tensión es la que transcurrirá hasta el Centro de transformación y que posteriormente atravesará el aparellaje de Media Tensión.

La intensidad primaria es un sistema trifásico de 25 KV y una frecuencia de 50 Hz.

En los cálculos justificativos de la red subterránea de MT hemos contemplado los siguientes cálculos:

- Cálculos de Intensidad.
- Cálculo de corrientes de cortocircuito.
- Caída de tensión
- Perdidas de potencia.

2.3.1 Cálculos de Intensidad.

La intensidad de la red de red de media tensión se calcula con la fórmula siguiente:

$$I = P / (\sqrt{3} \times V) \quad (54)$$

Por lo que la intensidad que se transporta es:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V} = \frac{5180000}{\sqrt{3} \times 25000} = 119,62 \text{ A}$$

La intensidad que la red transportará en las nuevas instalaciones diseñadas será de 119,62 A. Esta intensidad será soportada por el conductor escogido de 150 mm² de sección.

2.3.2 Cálculos de corriente de cortocircuito

La potencia de cortocircuito que se indica es de 500 MVA para una tensión de 25 kV. Se puede calcular la intensidad de cortocircuito mediante la siguiente fórmula:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U} \quad (55)$$

Los valores de esta fórmula son:

- S_{cc}= Potencia en cortocircuito en MVA.
- U= Tensión en MT (kV)
- I_{cc}= Intensidad de cortocircuito en kA.

Se tendrá en cuenta que el conductor utilizado será de una sección de 150 mm² en aluminio, que la temperatura inicial de servicio será de 90 °C, la temperatura final deberá ser inferior a 250 °C y el tiempo máximo de duración del cortocircuito es de 1s.

La intensidad de corta duración en MT es:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{500}{\sqrt{3} \times 25} = 11,54 \text{ kA}$$

La línea de MT estará protegida ya que la intensidad de cortocircuito de la línea subterránea de MT siendo 11,55 KA es menor que la intensidad de corta duración (1 s) de la red distribuidora que sería 16 kA.

2.3.3 Cálculos de caída de tensión.

Para el cálculo de la caída de tensión en la red Subterránea de Media Tensión se calculará a través de la siguiente fórmula:

$$U_c = \frac{P \cdot L}{U} * (R_{90} + X * \operatorname{tg} \varphi) \quad \text{En valor absoluto} \quad (56)$$

$$U_c (\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U} * (R_{90} + X * \operatorname{tg} \varphi) \quad \text{En valor porcentual} \quad (57)$$

Dónde:

P = Potencia a transportar, en kW,

L = longitud de la línea, en km,

U = Tensión nominal de la línea, en kV,

R₉₀ = Resistencia del conductor a 90°C, incluido el efecto piel y el efecto proximidad, en Ω/km,

X = Reactancia de la línea, en Ω/km.

tg φ = Tangente de fi de la instalación, adim.

Tabla 2.36 Resistencia y Reactancia del conductor 150 mm².

Resistencia máxima del conductor a 90° C	Ω /km	0,264
Reactancia	Ω /km	0,123

La longitud total de la línea subterránea de MT es de 668 metros, por lo que la caída de tensión se calcula:

$$U_c (\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U} * (R_{90} + X * \operatorname{tg} \varphi) \quad (58)$$

La caída de tensión máxima permitida en el final de todos los tramos de la línea debe ser inferior al 7 % de caída de tensión.

Tabla 2.37 Caída de tensión en los tramos de MT.

TRAMO	POTENCIA(KW)	LONGITUD(KM)	TENSION (KV)	CAIDA DE TENSION (%)		
				INICIAL	PARCIAL	FINAL
Origen-CT1	679,5	0,228	25	0	0,00201	0,002013
CT1-CT2	829	0,088	25	0,00201	0,00037	0,002379
CT2-CT3	791,88	0,24	25	0,00238	0,0026	0,004979
CT3-33387	1061,1	0,112	25	0,00498	0,00076	0,005738

Por lo que 125 V equivale a un 0,0057% de caída de tensión total, por lo que cumpliría en los diferentes tramos de línea subterránea de MT proyectada.

2.3.4 Cálculos de pérdidas de tensión.

Las pérdidas de potencia de una línea vendrán dadas por la siguiente expresión:

$$Pp = \frac{P^2 * L * R_{90}}{U^2 * \cos^2 \varphi} \quad \text{En valor absoluto} \quad (59)$$

$$Pp (\%) = \frac{P * L * R_{90}}{10 * U^2 * \cos^2 \varphi} \quad \text{En valor porcentual} \quad (60)$$

Dónde:

P = Potencia a transportar, en kW,

L = longitud de la línea, en km,

U = Tensión nominal de la línea, en kV,

R₉₀ = Resistencia del conductor a 90°C, incluido el efecto piel y el efecto proximidad, en Ω/km,

Cos φ = Coseno de fi de la instalación.

Las líneas de Media Tensión son redes muy extensas, esto hace que no se tengan en cuenta las pérdidas de potencia ya que serían valores despreciables en comparación con la potencia total que transporta.

2.3.5 Cálculos de intensidades admisibles.

2.3.5.1 Intensidades máximas permanentes en los conductores.

Las características dependen de cada instalación, la configuración seguida o las condiciones de funcionamiento entre otros factores, se deberá calcular la máxima intensidad permanente del conductor teniendo como fin no superar la temperatura máxima asociada.

2.3.5.1.1 TEMPERATURA MÁXIMA ADMISIBLE

Estas intensidades máximas admisibles estarán relacionadas con la temperatura máxima que soporta el aislante. El tipo de aislamiento y el régimen de carga son variables que determinan dicha temperatura. Los cables podrían soportar mayores intensidades si se encuentran en servicio permanente.

Tabla 2.38 Temperatura máxima asignada al conductor.

Tipo de aislamiento seco	Condiciones	
	Servicio Permanente θ_s	Cortocircuito Occ ($t \leq 5s$)
Policloruro de vinilo (PVC)* $S \leq 300 \text{ mm}^2$ $S > 300 \text{ mm}^2$	70	160
	70	140
Polietileno reticulado (XLPE)	90	250
Etileno Propileno (EPR)	90	250
Etileno Propileno de alto módulo (HEPR)	105 para $U_o/U \leq 18/30 \text{ kV}$ 90 para $U_o/U > 18/30 \text{ kV}$	250

2.3.5.1.2 FACTOR DE CORRECCIÓN PARA CABLES ENTERRADOS.

Quedará prohibida la instalación de más de un conductor tripolar o hasta tres unipolares por tubo. Las distancias relacionadas entre los unipolares o bien, entre tubo y cable no será inferior a 1,5 metros. En el caso de que los tubos sean de longitud corta y se rellenen con aglomerado no aplicará un coeficiente para corregirlo.

En tubos de longitud mayor a 15 metros, se utilizará la tabla 2.39 para determinar los valores. Dichos valores serán calculados para una resistividad térmica 3.5 K.m./W y diámetro interior del tubo 1,5 veces del diámetro equivalente.

Las condiciones de la instalación serán bajo tubo en el total de su longitud y enterradas a 1 metro de profundidad en el terreno. Dicho terreno tendrá una resistividad térmica media de 1,5 K.m./W, y tendrá una temperatura ambiente del terreno de 25 °C y una temperatura del aire de ambiente de 40°C.

Tabla 2.39 Intensidad máxima admisible en servicio permanente (18/30 kV)

Sección (mm²)	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	115	90	120	90	125	95
35	135	105	145	110	150	115
50	160	125	170	130	180	135
70	200	155	205	160	220	170
95	235	185	245	190	260	200
120	270	210	280	215	295	230
150	305	235	315	245	330	255
185	345	270	355	280	375	290
240	400	310	415	320	440	345
300	450	355	460	365	500	390
400	510	405	520	415	565	450

2.3.5.2 Intensidades máximas admisibles de cortocircuito.

Se tendrán en cuenta la máxima temperatura inicial (θ_i), servicio permanente (θ_s), y la asignada para cortocircuitos de duración (θ_{cc}):

$$\frac{I_{cc}}{S} = \frac{K}{\sqrt{t_{cc}}} \quad (61)$$

Los valores serán:

I_{cc} : corriente de cortocircuito

S : sección

K : coeficiente que depende del conductor o temperaturas.

t_{cc} : duración del cortocircuito

Tabla 2.40 Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito para conductores de aluminio.

Tipo de aislamiento	$\Delta\theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, tcc, en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC:											
sección $\leq 300 \text{ mm}^2$	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
sección $> 300 \text{ mm}^2$	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR $U_0/U \leq 18/30 \text{ kV}$	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

2.3.5.3 Intensidades máximas admisibles de cortocircuito en las pantallas aislantes.

Las intensidades de cortocircuito máximas dependerán según tipología del conductor, ya que afecta directamente a las pantallas aislantes.

2.4 Cálculos de las líneas subterráneas de Baja Tensión.

2.4.1 Características de la instalación

La corriente en baja tensión será procedente de los diferentes centros de transformación objeto del proyecto a realizar.

Las características son:

- Tensión nominal 400 V
- Frecuencia 50 Hz
- Clase de corriente Alterna trifásica con neutro

Se trata de la electrificación de un polígono industrial con una potencia total de 3.361,5 KW distribuidos en una superficie dividida en 64 parcelas que piden un nuevo suministro de potencia según su superficie, esta potencia irá en función de la superficie para diferentes actividades del ámbito industrial. Se realizará el diseño de las líneas subterráneas para que cumplan también con la intensidad máxima admisible del conductor elegido.

Para la ejecución de los nuevos tramos de línea de red se utilizarán nuevos circuitos de conductores de sección de 240 mm^2 , capaces de soportar 305 A. Otro conductor utilizado será de sección 150 mm^2 que soportará hasta 230 A.

La potencia máxima a transportar por los circuitos se determinarán por:

$$P = \sqrt{3} * U_c * \cos \Phi * I \quad (62)$$

Donde:

I = Intensidad de circulación en A.

P = Potencia de la instalación en W.

U_c = Tensión entre fases.

$\cos \Phi$ = Factor de potencia de 0,85.

$$P = \sqrt{3} * 400 * 305 * 0,85 = 179,61 \text{ kW}$$

Hay que tener en cuenta que para el diseño y dimensionamiento del circuito de baja tensión habrá que aplicar un factor de simultaneidad de 0,8, según Instrucción de 14 de octubre de 2004, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre previsión de cargas eléctricas y coeficientes de simultaneidad en áreas de uso residencial y áreas de uso industrial.

2.4.2 Cálculos eléctricos de la línea subterránea de BT

2.4.2.1 Criterio de intensidad máxima admisible

Esta intensidad se considera aquella que puede transportar un conductor sin que pueda provocar en él diferentes daños. Esta cualidad no es propia del cable, sino de los diferentes factores de la instalación. Estas características podrían ser según su tipología, distancias, métodos de instalación..etc

Tabla 2.41. Intensidades Admisibles Cables subterráneos RV o XZ1de 0,6/1 kV

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire, protegido del sol
Aluminio			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390
Cobre			
25	125	105	115
50	185	155	185
95	260	225	285
150	340	300	390
240	445	400	540
Temperatura del terreno en °C			25
Temperatura del aire ambiente en °C			40
Resistencia térmica del terreno en K · m/W			1,5
Profundidad de soterramiento en m			0,7

Sistema trifásico:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \phi} \quad (63)$$

$$I = \frac{16000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 27,16 \text{ A}$$

2.4.2.2 Criterio de máxima caída de tensión

Se realiza el cálculo de caída de tensión desde la salida del cuadro hasta el final de la línea proyectada. Esta caída de tensión podrá alcanzar un 5,5 % de la caída total de la línea.

Para realizar este cálculo de caída de tensión se tendrán en cuenta todas las variables como la potencia suministrada y longitud a la que se encuentran los suministros alimentados por la línea.

Además, se eligen como variables:

-Tensión: 400 V

-Conductores: RV 0,6/1kV 3x240/150 mm² Al/Alm y RV 0,6/1kV 3x1x150/95 mm² Al.

-Resistividad del Aluminio: $0,027 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

Para la sección adoptada la c.d.t. será determinada por la expresión:

$$u(\%) = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I}{\sigma \cdot S \cdot V} \quad (64)$$

Para calcular la intensidad que recorre la toda la línea **CT-1/TR1/CBT01/S01** lo calcularemos de la siguiente manera:

$$I1 = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \phi} = \frac{137,25}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 233,06 \text{ A}$$

Esta intensidad no superará la Intensidad máxima admisible calculada en los apartados anteriores, por lo que cumplirá con la normativa vigente.

La c.d.t que habrá en el primer tramo que abarca desde el CT1 hasta la CGP1, donde se ubicará el nuevo suministro, se calcula a través de la formula mencionada anteriormente:

$$u1(\%) = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I}{\sigma \cdot S \cdot V} = \frac{\sqrt{3} \cdot 60 \cdot 233,06}{37 \cdot 240 \cdot 400} = 0,766 \% \quad (65)$$

Para la caída de tensión en el segundo tramo se repite la misma operación, donde disminuirá la intensidad que circula por el conductor, al igual que vamos a modificar la sección del conductor y cambiará la longitud a la que se encuentra el suministro.

$$I2 = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \phi} = \frac{95,25}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 161,74 \text{ A}$$

$$u2(\%) = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I}{\sigma \cdot S \cdot V} = \frac{\sqrt{3} \cdot 25 \cdot 161,74}{37 \cdot 150 \cdot 400} = 0,354\%$$

Por último, nuestra línea tendrá más caída de tensión ocasionada por otro nuevo suministro.

$$I3 = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \phi} = \frac{36}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 61,13 \text{ A}$$

$$u3(\%) = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I}{\sigma \cdot S \cdot V} = \frac{\sqrt{3} \cdot 35 \cdot 61,13}{37 \cdot 150 \cdot 400} = 0,094\%$$

Obtenemos una máxima caída de tensión acumulada de 1,2%.

$$u(\%) = u1(\%) + u2(\%) + u3(\%) = 1,2 \% \quad (66)$$

Tabla 2.42. Cálculo de caída de Tensión para CT-1/TR1/CBT01/S01

CT-1/TR1/CBT01/S01		Longitud tramo [m]	Tipo conductor	Intensidad admisible [A]	Caída de tensión tramo [%]	c.d.t. acumulada [%]
Nodo inicio	Nodo final					
CT1	CGP1	60	3x240/150 Al	305	0,766	0,8
	CGP2	25	3x150/95 Al	230	0,354	1,1
	CGP3	35	3x150/95 Al	230	0,094	1,2

Valor inferior al 7 %, cumpliendo con ello con la Instrucción ITC-BT-11, remitiendo ésta a la máxima caída de tensión establecida por la compañía suministradora.

Se ha calculado de esta manera todas las caídas de tensión de todas las líneas de los diferentes centros de transformación y no han superado el porcentaje total de caída de tensión máximo para las líneas de baja tensión.

Tabla 2.43. Cálculo de caída de Tensión para CT-1/TR1/CBT01/S02

CT-1/TR1/CBT01/S02		Longitud tramo [m]	Tipo conductor	Intensidad admisible [A]	Caída de tensión tramo [%]	c.d.t. acumulada [%]
Nodo inicio	Nodo final					
CT1	CGP5	120	3x240/150 Al	305	1,304	1,3
	CGP7	30	3x150/95 Al	230	0,011	1,4
	CGP6	80	3x150/95 Al	230	0,038	1,8

Tabla 2.44 Cálculo de caída de Tensión para CT-1/TR1/CBT01/S03

CT-1/TR1/CBT01/S03		Longitud tramo [m]	Tipo conductor	Intensidad admisible [A]	Caída de tensión tramo [%]	c.d.t. acumulada [%]
Nodo inicio	Nodo final					
CT1	CGP9	60	3x240/150 Al	305	0,457	0,5
	CGP8	30	3x150/95 Al	230	0,252	0,8

Tabla 2.45 Cálculo de caída de Tensión para CT-1/TR2/CBT01/S05

CT-1/TR2/CBT01/S05		Longitud tramo [m]	Tipo conductor	Intensidad admisible [A]	Caída de tensión tramo [%]	c.d.t. acumulada [%]
Nodo inicio	Nodo final					
CT1	CGP10	35	3x240/150 Al	305	0,398	0,4
	CGP11	40	3x150/95 Al	230	0,023	1
	CGP12	65	3x240/150 Al	305	0,256	1,3
	CGP13	80	3x150/95 Al	230	0,030	1,4

Tabla 2.46 Cálculo de caída de Tensión para CT-1/TR2/CBT01/S06

CT-1/TR2/CBT01/S06		Longitud tramo [m]	Tipo conductor	Intensidad admisible [A]	Caída de tensión tramo [%]	c.d.t. acumulada [%]
Nodo inicio	Nodo final					
CT1	CGP14	145	3x240/150 Al	305	1,569	1,6
	CGP15	25	3x150/95 Al	230	0,298	1,9

Tabla 2.47 Cálculo de caída de Tensión para CT-2TR1/CBT01/S01

CT-2/TR1/CBT01/S01		Longitud tramo [m]	Tipo conductor	Intensidad admisible [A]	Caída de tensión tramo [%]	c.d.t. acumulada [%]
Nodo inicio	Nodo final					
CT	CGP 15	35	3x240/150 Al	305	0,439	0,439

Tabla 2.48 Cálculo de caída de Tensión para CT-2TR1/CBT01/S02

CT-2/TR1/CBT01/S03		Longitud tramo [m]	Tipo conductor	Intensidad admisible [A]	Caída de tensión tramo [%]	c.d.t. acumulada [%]
Nodo inicio	Nodo final					
CT	CGP 16	70	3x240/150 Al	305	0,749	0,749

Tabla 2.49 Cálculo de caída de Tensión para CT-2TR1/CBT01/S03

CT-2/TR1/CBT01/S03		Longitud tramo [m]	Tipo conductor	Intensidad admisible [A]	Caída de tensión tramo [%]	c.d.t. acumulada [%]
Nodo inicio	Nodo final					
CT-2	CGP17	90	3x240/150 Al	305	0,887	0,9
CGP17	CGP18	15	3x150/95 Al	230	0,165	1,1
CGP18	CGP19	15	3x150/95 Al	230	0,101	1,2

Tabla 2.50 Cálculo de caída de Tensión para CT-2TR1/CBT01/S04

CT-2/TR1/CBT01/S04		Longitud tramo [m]	Tipo conductor	Intensidad admisible [A]	Caída de tensión tramo [%]	c.d.t. acumulada [%]
Nodo inicio	Nodo final					
CT-2	CGP20	125	3x240/150 Al	305	1,267	1,3
CGP20	CGP 21	15	3x150/95 Al	230	0,209	1,5
CGP21	CGP22	55	3x150/95 Al	230	0,193	1,7

Tabla 2.51 Cálculo de caída de Tensión para CT-2TR2/CBT01/S05

CT-2/TR2/CBT01/S05		Longitud tramo [m]	Tipo conductor	Intensidad admisible [A]	Caída de tensión tramo [%]	c.d.t. acumulada [%]
Nodo inicio	Nodo final					
CT-2	CGP23	165	3x240/150 Al	305	1,903	1,9
CGP23	CGP24	25	3x150/95 Al	230	0,144	2,0
CGP24	CGP25	12	3x150/95 Al	230	0,035	2,1

Tabla 2.52 Cálculo de caída de Tensión para CT-2/TR2/CBT01/S06

CT-2/TR2/CBT01/S06		Longitud tramo [m]	Tipo conductor	Intensidad admisible [A]	Caída de tensión tramo [%]	c.d.t. acumulada [%]
Nodo inicio	Nodo final					
CT-2	CGP29	210	3x240/150 Al	305	2,649	2,6
CGP29	CGP30	10	3x150/95 Al	230	0,173	2,8
CGP30	CGP31	10	3x150/95 Al	230	0,140	3,0
CGP31	CGP32	10	3x150/95 Al	230	0,115	3,1
CGP32	CGP33	10	3x150/95 Al	230	0,085	3,2
CGP33	CGP34	15	3x150/95 Al	230	0,086	3,2

Tabla 2.53 Cálculo de caída de Tensión para CT-2/TR2/CBT01/S07

CT-2/TR2/CBT01/S07		Longitud tramo [m]	Tipo conductor	Intensidad admisible [A]	Caída de tensión tramo [%]	c.d.t. acumulada [%]
Nodo inicio	Nodo final					
CT-2	CGP26	215	3x240/150 Al	305	2,712	2,7
CGP26	CGP27	10	3x150/95 Al	230	0,127	2,8
CGP27	CGP28	10	3x150/95 Al	230	0,098	2,9
CGP28	CGP35	20	3x150/95 Al	230	0,138	3,1

Tabla 2.54 Cálculo de caída de Tensión para CT-3/TR1/CBT01/S01

CT-3/TR1/CBT01/S01		Longitud tramo [m]	Tipo conductor	Intensidad admisible [A]	Caída de tensión tramo [%]	c.d.t. acumulada [%]
Nodo inicio	Nodo final					
CT-3	CGP36	130	3x240/150 Al	305	1,330	1,3

Tabla 2.55 Cálculo de caída de Tensión para CT-3/TR1/CBT01/S02

CT-3/TR1/CBT01/S02		Longitud tramo [m]	Tipo conductor	Intensidad admisible [A]	Caída de tensión tramo [%]	c.d.t. acumulada [%]
Nodo inicio	Nodo final					
CT-3	CGP39	65	3x240/150 Al	305	0,815	0,8
CGP39	CGP37	25	3x150/95 Al	230	0,213	1,0

Tabla 2.56 Cálculo de caída de Tensión para CT-3/TR1/CBT01/S03

CT-3/TR1/CBT01/S03		Longitud tramo [m]	Tipo conductor	Intensidad admisible [A]	Caída de tensión tramo [%]	c.d.t. acumulada [%]
Nodo inicio	Nodo final					
CT-3	CGP42	30	3x150/95 Al	230	0,293	0,3
CGP42	CGP40	20	3x150/95 Al	230	0,115	0,4
CT-3	CGP43	50	3x150/95 Al	230	0,305	0,7

Tabla 2.57 Cálculo de caída de Tensión para CT-3/TR2/CBT01/S05

CT-3/TR2/CBT01/S05		Longitud tramo [m]	Tipo conductor	Intensidad admisible [A]	Caída de tensión tramo [%]	c.d.t. acumulada [%]
Nodo inicio	Nodo final					
CT-3	CGP41	45	3x150/95 Al	230	0,794	0,8
CGP41	CGP38	45	3x150/95 Al	230	0,536	1,3
CGP38	CGP47	80	3x150/95 Al	230	0,488	1,8

Tabla 2.58 Cálculo de caída de Tensión para CT-3/TR2/CBT01/S06

CT-3/TR2/CBT01/S06		Longitud tramo [m]	Tipo conductor	Intensidad admisible [A]	Caída de tensión tramo [%]	c.d.t. acumulada [%]
Nodo inicio	Nodo final					
CT-3	CGP45	150	3x240/150 Al	305	1,953	2,0
CGP45	CGP44	25	3x150/95 Al	230	0,372	2,3
CGP44	CGP49	50	3x150/95 Al	230	0,446	2,8

Tabla 2.59 Cálculo de caída de Tensión para CT-3/TR2/CBT01/S07

CT-3/TR2/CBT01/S07		Longitud tramo [m]	Tipo conductor	Intensidad admisible [A]	Caída de tensión tramo [%]	c.d.t. acumulada [%]
Nodo inicio	Nodo final					
CT-3	CGP48	265	3x150/95 Al	230	3,549	3,5

Tabla 2.60 Cálculo de caída de Tensión para CT-4/TR1/CBT01/S01

CT-4/TR1/CBT01/S01		Longitud tramo [m]	Tipo conductor	Intensidad admisible [A]	Caída de tensión tramo [%]	c.d.t. acumulada [%]
Nodo inicio	Nodo final					
CT-4	CGP50	155	3x240/150 Al	305	2,018	2,0
CGP50	CGP46	175	3x150/95 Al	230	2,630	4,6

Tabla 2.61 Cálculo de caída de Tensión para CT-4/TR1/CBT01/S02

CT-4/TR1/CBT01/S02		Longitud tramo [m]	Tipo conductor	Intensidad admisible [A]	Caída de tensión tramo [%]	c.d.t. acumulada [%]
Nodo inicio	Nodo final					
CT-4	CGP52	100	3x240/150 Al	305	1,116	1,1
CGP52	CGP53	20	3x150/95 Al	230	0,238	1,4
CGP53	CGP54	20	3x150/95 Al	230	0,119	1,5

Tabla 2.63 Cálculo de caída de Tensión para CT-4/TR1/CBT01/S03

CT-4/TR1/CBT01/S03		Longitud tramo [m]	Tipo conductor	Intensidad admisible [A]	Caída de tensión tramo [%]	c.d.t. acumulada [%]
Nodo inicio	Nodo final					
CT-4	CGP51	110	3x150/95 Al	230	1,801	1,8
CGP51	CGP55	30	3x150/95 Al	230	0,290	2,1

Tabla 2.64 Cálculo de caída de Tensión para CT-4/TR2/CBT01/S05

CT-4/TR2/CBT01/S05		Longitud tramo [m]	Tipo conductor	Intensidad admisible [A]	Caída de tensión tramo [%]	c.d.t. acumulada [%]
Nodo inicio	Nodo final					
CT-4	CGP56	65	3x150/95 Al	230	1,064	1,1
CGP56	CGP57	30	3x150/95 Al	230	0,348	1,4

Tabla 2.65 Cálculo de caída de Tensión para CT-4/TR2/CBT01/S06

CT-4/TR2/CBT01/S06		Longitud tramo [m]	Tipo conductor	Intensidad admisible [A]	Caída de tensión tramo [%]	c.d.t. acumulada [%]
Nodo inicio	Nodo final					
CT-4	CGP58	50	3x150/95 Al	230	0,795	0,8

Tabla 2.66 Cálculo de caída de Tensión para CT-4/TR2/CBT01/S07

CT-4/TR2/CBT01/S07		Longitud tramo [m]	Tipo conductor	Intensidad admisible [A]	Caída de tensión tramo [%]	c.d.t. acumulada [%]
Nodo inicio	Nodo final					
CT-4	CGP59	50	3x150/95 Al	230	0,893	0,9

Tabla 2.67 Cálculo de caída de Tensión para CT-4/TR2/CBT01/S08

CT-4/TR2/CBT01/S08		Longitud tramo [m]	Tipo conductor	Intensidad admisible [A]	Caída de tensión tramo [%]	c.d.t. acumulada [%]
Nodo inicio	Nodo final					
CT-4	CGP60	90	3x150/95 Al	230	1,513	1,5

Tabla 2.68 Cálculo de caída de Tensión para CT-4/TR2/CBT02/S09

CT-4/TR2/CBT02/S09		Longitud tramo [m]	Tipo conductor	Intensidad admisible [A]	Caída de tensión tramo [%]	c.d.t. acumulada [%]
Nodo inicio	Nodo final					
CT-4	CGP61	120	3x150/95 Al	230	1,786	1,8

Tabla 2.69 Cálculo de caída de Tensión para CT-4/TR2/CBT02/S10

CT-4/TR2/CBT02/S10		Longitud tramo [m]	Tipo conductor	Intensidad admisible [A]	Caída de tensión tramo [%]	c.d.t. acumulada [%]
Nodo inicio	Nodo final					
CT-4	CGP62	150	3x150/95 Al	230	2,009	2,0

Tabla 2.70 Cálculo de caída de Tensión para CT-4/TR2/CBT02/S11

CT-4/TR2/CBT02/S11		Longitud tramo [m]	Tipo conductor	Intensidad admisible [A]	Caída de tensión tramo [%]	c.d.t. acumulada [%]
Nodo inicio	Nodo final					
CT-4	CGP63	180	3x240/150 Al	305	2,407	2,4
CGP63	CGP64	50	3x150/95 Al	230	0,493	2,9

2.4.2.3 Criterio de máxima intensidad admisible de corrientes de cortocircuito en los conductores.

La tabla indica las densidades admisibles de corrientes de cortocircuito máximas para conductores de aluminio

Tabla 2.71 Intensidad máxima admisible según tipo de aislamiento y duración de cortocircuito

Tipo de aislamiento	Duración del cortocircuito, en segundos								
	0.1	0.2	0.3	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
XLPE y EPR	294	203	170	132	93	76	66	59	54
PVC									
Sección $\leq 300 \text{ mm}^2$	237	168	137	106	75	61	53	47	43
Sección $> 300 \text{ mm}^2$	211	150	122	94	67	54	47	42	39

2.4.3 Cálculos fusibles de baja tensión

Diseño de fusibles

Las condiciones que los fusibles de baja tensión deben de cumplir son:

- CONDICIÓN 1:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

I_b : corriente de diseño

I_n : corriente nominal

I_z : corriente máxima admisible

Esto permite que pase suficiente corriente eléctrica para alimentar la instalación eléctrica conectada, pero a su vez debe impedir que alcance una intensidad determinada para dañar el conductor.

- CONDICION 2:

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_z$$

Esta ecuación nos permite saber que los conductores pueden soportar una intensidad del 145 % más de la intensidad teórica que esta determinada para cada conductor. Si esta intensidad se llegará a presentar en nuestra red, entonces serían los fusibles lo que deben de actuar para proteger la instalación.

I_f : corriente para garantizar la protección.

Tabla 2.72 Corriente convencional de fusión.

I_n (A)	Tiempo convencional (h)	Corriente convencional de fusión
$I_n \leq 4$	1	$2,1 I_n$
$4 < I_n \leq 16$	1	$1,9 I_n$
$16 < I_n \leq 63$	1	$1,6 I_n$
$63 < I_n \leq 160$	2	$1,6 I_n$
$160 < I_n \leq 400$	3	$1,6 I_n$
$400 < I_n$	4	$1,6 I_n$

En la tabla 2.72 se indican por tipo de tamaño los valores seleccionados de las corrientes asignadas para cada uno de los cartuchos fusibles.

Tabla 2.73 Corrientes asignadas por Tamaño de fusible.

Tamaño	Corriente asignada del cartucho fusible (A)												
00	25	50	63	80	100	125	160						
0	40	50	63	80	100	125	160						
1	40		63	80	100	125	160	200	250				
2		50	63	80	100	125	160	200	250	315	400		
3										315	400	500	630

2.5 Cálculo de instalaciones de alumbrado público.

Proyecto Iluminacion Exterior de un Poligono Industrial BAEZA

Proyecto Iluminacion Exterior de un Poligono Industrial BAEZA

Contenido

Proyecto Iluminacion Exterior de un Poligono Industrial BAEZA

Proyecto Iluminacion Exterior de un Poligono Industrial BAEZA

Philips - BGP352 T25 1xGRN40-3S/830 DN (1xGRN40-3S/830)..... 3

Calle 1: Alternativa 1

Resultados de planificación..... 6

Calle 1: Alternativa 1 / Camino peatonal 1 (P2)

Resumen de resultados..... 7

Tablas.....8

Isolíneas.....9

Gráfico de valores..... 10

Calle 1: Alternativa 1 / Calzada 1 (M3)

Resumen de resultados..... 11

Tablas.....12

Isolíneas.....15

Gráfico de valores..... 18

Calle 1: Alternativa 1 / Camino peatonal 2 (P2)

Resumen de resultados..... 21

Tablas.....22

Isolíneas.....23

Gráfico de valores..... 24

Philips BGP352 T25 1xGRN40-3S/830 DN 1xGRN40-3S/830



Iridium² LEDGINE – lighting the road ahead Iridium² is a family of road-lighting luminaires designed for performance and sustainability. Depending on the application and budget, customers can start with LED, electronic HID or a mix of both technologies with the same luminaire. Whatever the initial choice, Iridium²'s modularity allows customers to upgrade their installations (LED to LED or e-HID to LED) whenever they want, simply by changing the light engine.

The integration of LEDGINE, brand new HID optics, electronic gear and controls is a response to the growing demand for energy savings. The new Iridium² HID optics are designed to deliver best-in-class lighting performance while offering tremendous flexibility in application. All these features, combined with Iridium²'s ease of installation and maintenance, ensure that customers enjoy low cost of ownership.

Grado de eficacia de funcionamiento: 90.12%

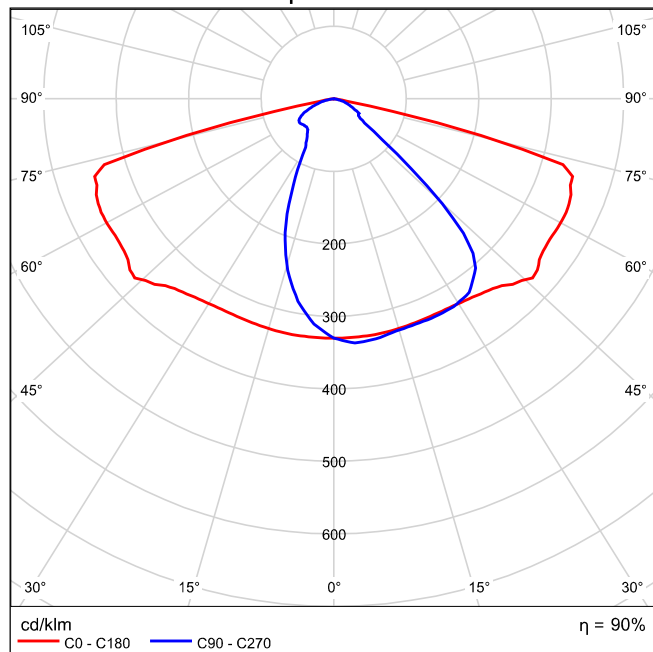
Flujo luminoso de lámparas: 4300 lm

Flujo luminoso de las luminarias: 3875 lm

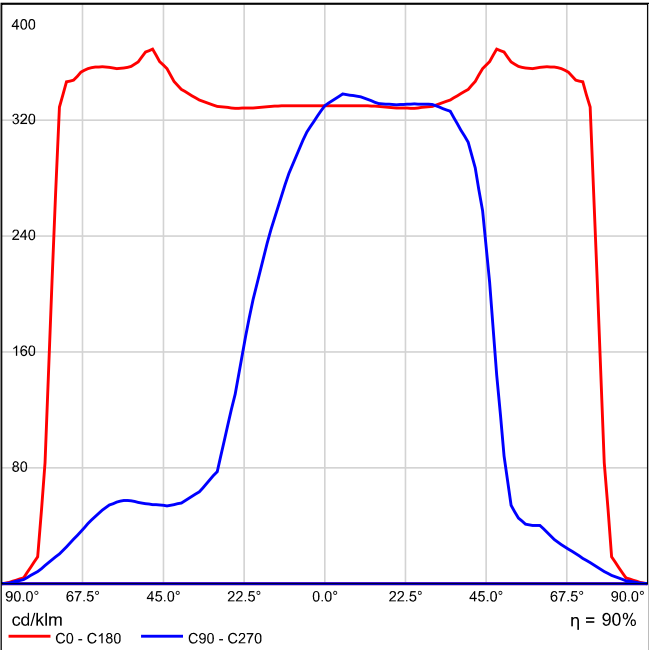
Potencia: 39.0 W

Rendimiento lumínico: 99.4 lm/W

Emisión de luz 1 / CDL polar

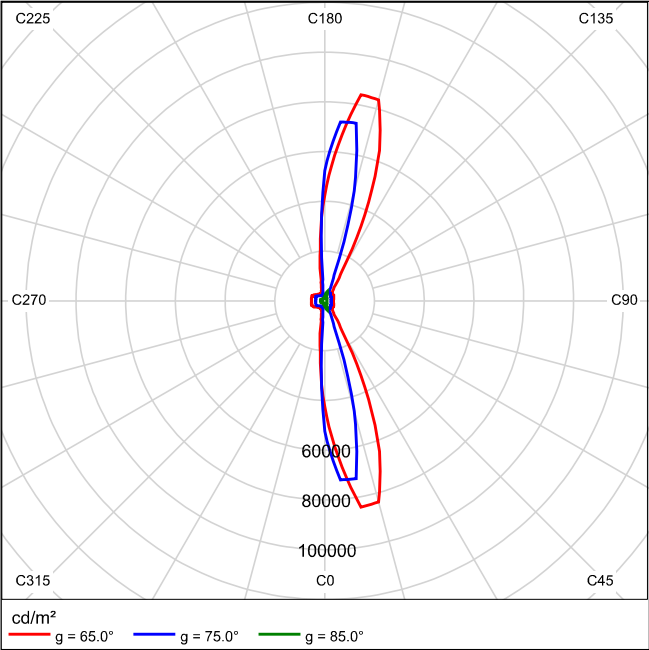


Emisión de luz 1 / CDL lineal



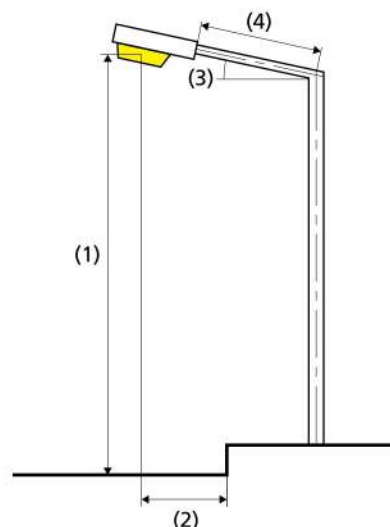
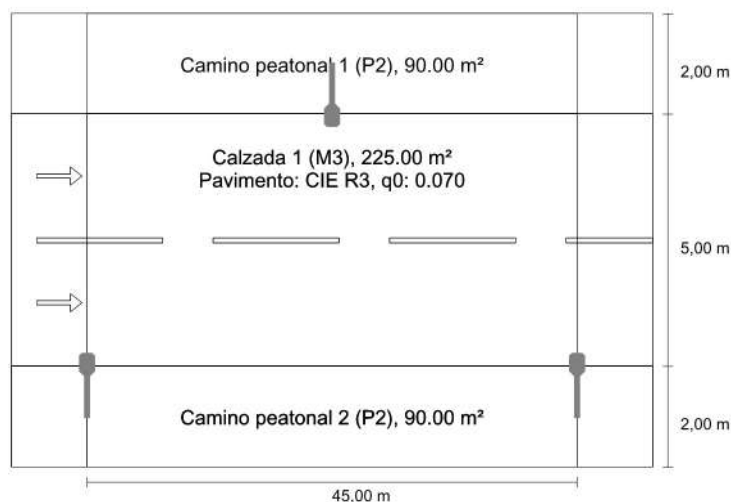
No se puede crear un diagrama de cono porque la distribución luminosa es asimétrica.

Emisión de luz 1 / Diagrama de densidad luminica



Calle 1 hacia EN 13201:2015

Philips BGP352 T25 1xGRN40-3S/830 DN



Resultados para campos de evaluación

Factor de degradación: 1.00

Camino peatonal 1 (P2)

Em [lx] ≥ 10.00 ≤ 15.00	Emin [lx] ≥ 2.00
✓ 11.19	✓ 4.23

Calzada 1 (M3)

Lm [cd/m²] ≥ 1.00	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR
✓ 1.25	✓ 0.56	✓ 0.60	✓ 13	* 0.54

Camino peatonal 2 (P2)

Em [lx] ≥ 10.00 ≤ 15.00	Emin [lx] ≥ 2.00
✓ 11.19	✓ 4.30

* Informativo, no es parte de la evaluación

Resultados para indicadores de eficiencia energética

Indicador de la densidad de potencia (Dp)	0.012 W/lxm²
Densidad de consumo de energía	
Organización: BGP352 T25 1xGRN40-3S/830 DN (312.0 kWh/año)	0.8 kWh/m² año

Lámpara:	1xGRN40-3S/830
Flujo luminoso (luminaria):	3875.23 lm
Flujo luminoso (lámpara):	4300.00 lm
Horas de trabajo	
4000 h:	100.0 %, 39.0 W
W/km:	1716.0
Organización:	bilateral en alternancia
Distancia entre mástiles:	45.000 m
Inclinación del brazo (3):	10.0°
Longitud del brazo (4):	1.000 m
Altura del punto de luz (1):	6.000 m
Saliente del punto de luz (2):	0.000 m

ULR:	0.00
ULOR:	0.00
Valores máximos de la intensidad lumínica	
a 70° y por encima:	813 cd/klm *
a 80° y por encima:	144 cd/klm *
a 90° y por encima:	6.62 cd/klm *
Clase de potencia lumínica:	G*2

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

* Los valores de intensidad lumínica en [cd/klm] para el cálculo de la clase de potencia lumínica se refieren al flujo luminoso de luminaria conforme a EN 13201:2015.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.4

Camino peatonal 1 (P2)

Factor de degradación: 1.00

Trama: 15 x 3 Puntos

Em [lx] ≥ 10.00 ≤ 15.00	Emin [lx] ≥ 2.00
✓ 11.19	✓ 4.23

Camino peatonal 1 (P2)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

8.667	11.0	8.72	6.31	4.69	4.23	5.92	11.1	14.9	11.1	5.92	4.23	4.69	6.31	8.72	11.0
8.000	13.4	10.5	7.78	5.96	6.04	9.50	18.3	25.3	18.3	9.50	6.04	5.96	7.78	10.5	13.4
7.333	16.3	12.4	9.22	7.64	8.23	13.0	24.4	33.5	24.4	13.0	8.23	7.64	9.22	12.4	16.3
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500	31.500	34.500	37.500	40.500	43.500

Trama: 15 x 3 Puntos

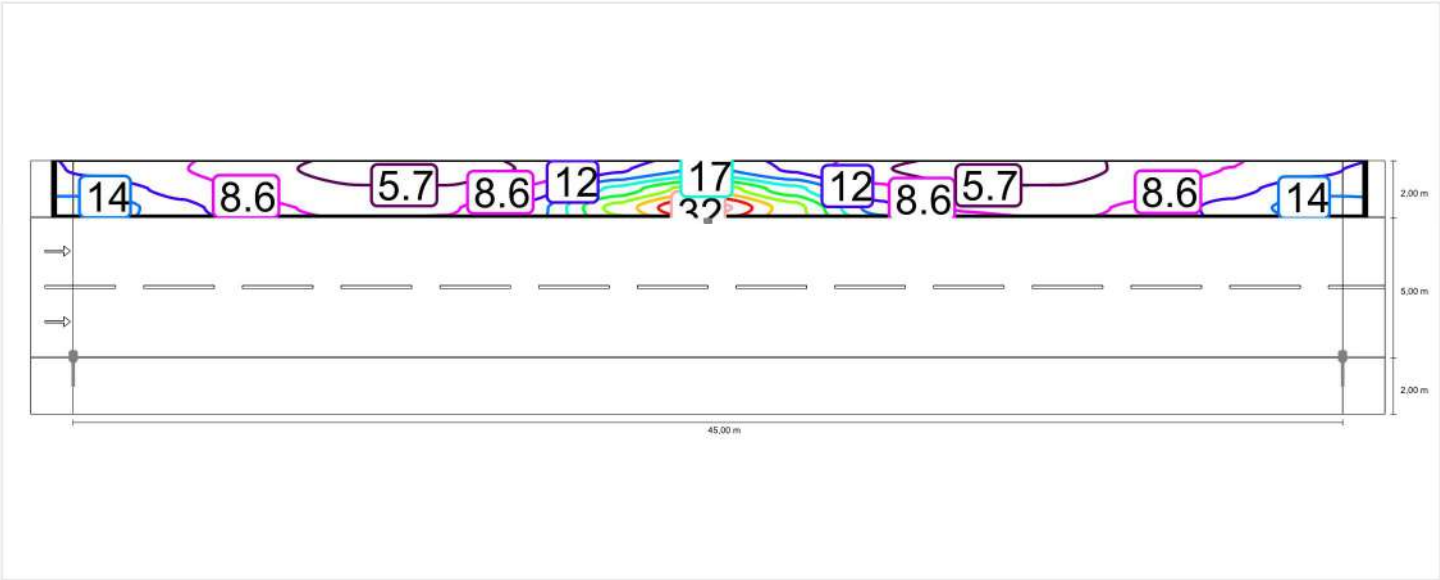
Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
11.2	4.23	33.5	0.378	0.126

Camino peatonal 1 (P2)

Factor de degradación: 1.00
Trama: 15 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]
≥ 10.00	≥ 2.00
≤ 15.00	
✓ 11.19	✓ 4.23

Intensidad lumínica horizontal

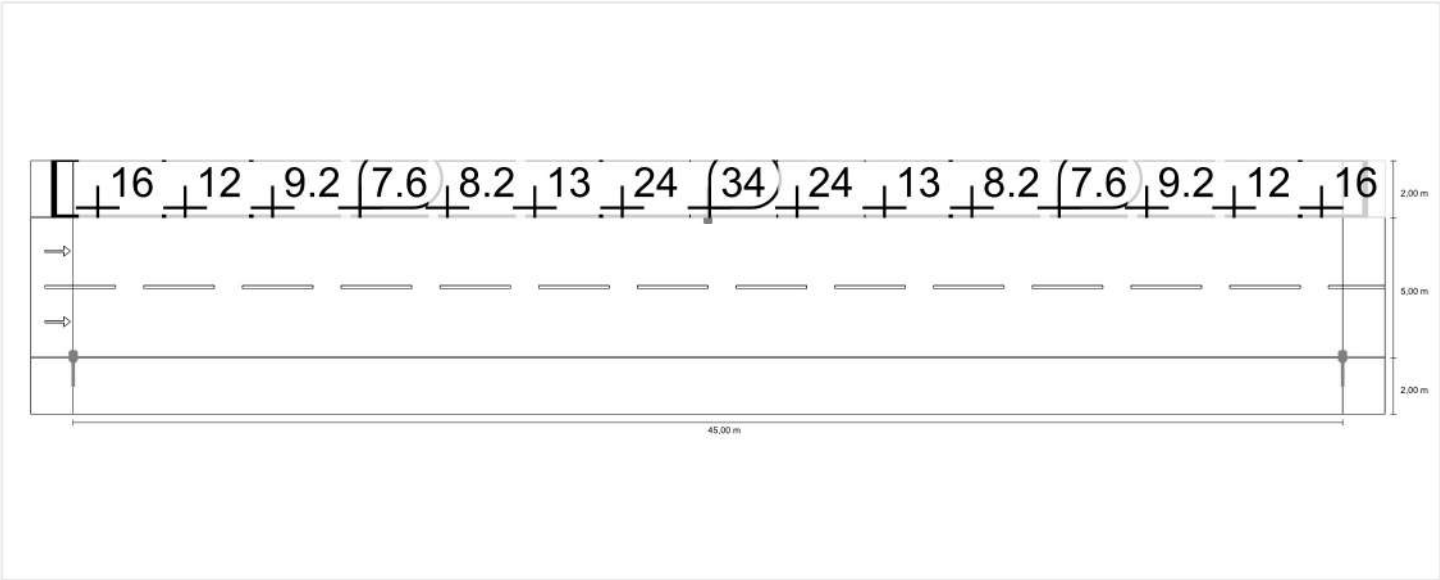


Camino peatonal 1 (P2)

Factor de degradación: 1.00
Trama: 15 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]
≥ 10.00	≥ 2.00
≤ 15.00	
✓ 11.19	✓ 4.23

Intensidad lumínica horizontal



Calzada 1 (M3)

Factor de degradación: 1.00

Trama: 15 x 6 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 1.00	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR
✓ 1.25	✓ 0.56	✓ 0.60	✓ 13	* 0.54

* Informativo, no es parte de la evaluación

Observador respectivo (2):

Observador	Posición [m]	Lm [cd/m²] ≥ 1.00	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15
Observador 1	(-60.000, 3.250, 1.500)	1.26	0.58	0.60	13
Observador 2	(-60.000, 5.750, 1.500)	1.25	0.56	0.61	12

Calzada 1 (M3)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

6.583	19.8	14.6	10.9	9.74	10.8	16.3	28.4	38.2	28.4	16.3	10.8	9.74	10.9	14.6	19.8
5.750	24.0	17.1	12.7	11.6	12.6	18.3	29.2	39.2	29.2	18.3	12.6	11.6	12.7	17.1	24.0
4.917	28.4	19.8	14.4	12.1	13.2	18.1	27.6	35.7	27.6	18.1	13.2	12.1	14.4	19.8	28.4
4.083	33.3	22.0	15.3	12.3	12.9	16.8	24.1	30.3	24.1	16.8	12.9	12.3	15.3	22.0	33.3
3.250	36.2	22.7	15.0	11.6	11.8	14.6	20.6	25.3	20.6	14.6	11.8	11.6	15.0	22.7	36.2
2.417	35.5	21.4	12.7	10.00	10.1	12.4	17.2	20.6	17.2	12.4	10.1	10.00	12.7	21.4	35.5
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500	31.500	34.500	37.500	40.500	43.500

Trama: 15 x 6 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
18.9	9.74	39.2	0.514	0.248

Observador 1

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

6.583	1.11	1.08	1.14	1.30	1.46	1.57	1.47	1.31	1.06	0.85	0.83	0.76	0.73	0.75	0.96
5.750	1.53	1.53	1.60	1.65	1.67	1.65	1.49	1.40	1.20	1.04	1.06	1.00	0.96	0.99	1.26
4.917	1.53	1.51	1.60	1.52	1.53	1.42	1.41	1.39	1.29	1.19	1.23	1.21	1.20	1.23	1.33
4.083	1.51	1.36	1.31	1.32	1.29	1.19	1.19	1.30	1.35	1.36	1.36	1.41	1.42	1.42	1.44
3.250	1.36	1.14	1.14	1.09	1.03	0.97	1.08	1.27	1.34	1.35	1.46	1.54	1.63	1.55	1.49
2.417	1.23	0.95	0.88	0.84	0.79	0.75	0.87	1.06	1.13	1.11	1.21	1.39	1.52	1.53	1.44
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500	31.500	34.500	37.500	40.500	43.500

Trama: 15 x 6 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.26	0.73	1.67	0.576	0.435

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

6.583	1.11	1.08	1.14	1.30	1.46	1.57	1.47	1.31	1.06	0.85	0.83	0.76	0.73	0.75	0.96
5.750	1.53	1.53	1.60	1.65	1.67	1.65	1.49	1.40	1.20	1.04	1.06	1.00	0.96	0.99	1.26
4.917	1.53	1.51	1.60	1.52	1.53	1.42	1.41	1.39	1.29	1.19	1.23	1.21	1.20	1.23	1.33
4.083	1.51	1.36	1.31	1.32	1.29	1.19	1.19	1.30	1.35	1.36	1.36	1.41	1.42	1.42	1.44
3.250	1.36	1.14	1.14	1.09	1.03	0.97	1.08	1.27	1.34	1.35	1.46	1.54	1.63	1.55	1.49
2.417	1.23	0.95	0.88	0.84	0.79	0.75	0.87	1.06	1.13	1.11	1.21	1.39	1.52	1.53	1.44
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500	31.500	34.500	37.500	40.500	43.500

Trama: 15 x 6 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.26	0.73	1.67	0.576	0.435

Observador 2

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

6.583	1.16	1.11	1.15	1.30	1.45	1.56	1.49	1.35	1.12	0.90	0.88	0.80	0.76	0.77	0.98
5.750	1.35	1.31	1.41	1.51	1.58	1.60	1.52	1.45	1.26	1.13	1.12	1.04	0.98	0.98	1.18
4.917	1.33	1.30	1.35	1.34	1.44	1.39	1.43	1.48	1.45	1.31	1.33	1.28	1.23	1.19	1.25
4.083	1.33	1.15	1.18	1.18	1.22	1.20	1.27	1.42	1.48	1.54	1.53	1.50	1.47	1.41	1.39
3.250	1.29	1.03	1.04	0.99	0.99	0.97	1.14	1.39	1.51	1.51	1.58	1.63	1.68	1.54	1.45
2.417	1.16	0.89	0.80	0.79	0.73	0.70	0.84	1.04	1.12	1.11	1.22	1.39	1.52	1.52	1.42
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500	31.500	34.500	37.500	40.500	43.500

Trama: 15 x 6 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.25	0.70	1.68	0.561	0.417

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

6.583	1.16	1.11	1.15	1.30	1.45	1.56	1.49	1.35	1.12	0.90	0.88	0.80	0.76	0.77	0.98
5.750	1.35	1.31	1.41	1.51	1.58	1.60	1.52	1.45	1.26	1.13	1.12	1.04	0.98	0.98	1.18
4.917	1.33	1.30	1.35	1.34	1.44	1.39	1.43	1.48	1.45	1.31	1.33	1.28	1.23	1.19	1.25
4.083	1.33	1.15	1.18	1.18	1.22	1.20	1.27	1.42	1.48	1.54	1.53	1.50	1.47	1.41	1.39
3.250	1.29	1.03	1.04	0.99	0.99	0.97	1.14	1.39	1.51	1.51	1.58	1.63	1.68	1.54	1.45
2.417	1.16	0.89	0.80	0.79	0.73	0.70	0.84	1.04	1.12	1.11	1.22	1.39	1.52	1.52	1.42
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500	31.500	34.500	37.500	40.500	43.500

Trama: 15 x 6 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.25	0.70	1.68	0.561	0.417

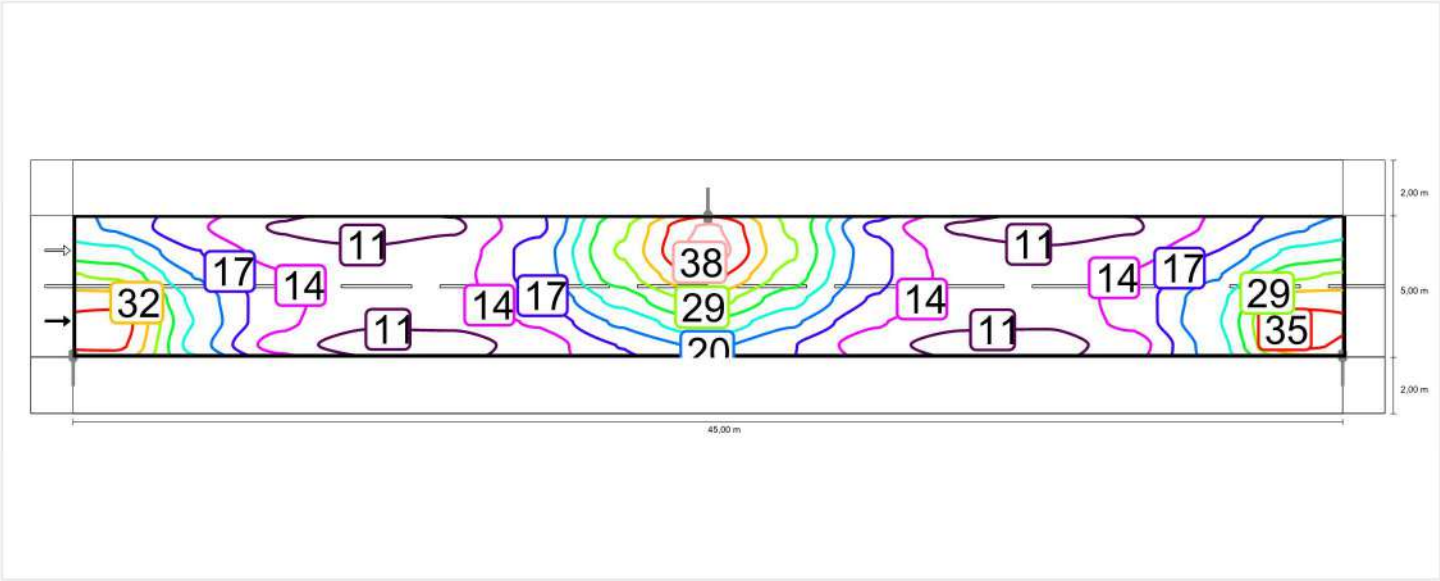
Calzada 1 (M3)

Factor de degradación: 1.00
Trama: 15 x 6 Puntos

Lm [cd/m²]	Uo	UI	TI [%]	EIR
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	
✓ 1.25	✓ 0.56	✓ 0.60	✓ 13	* 0.54

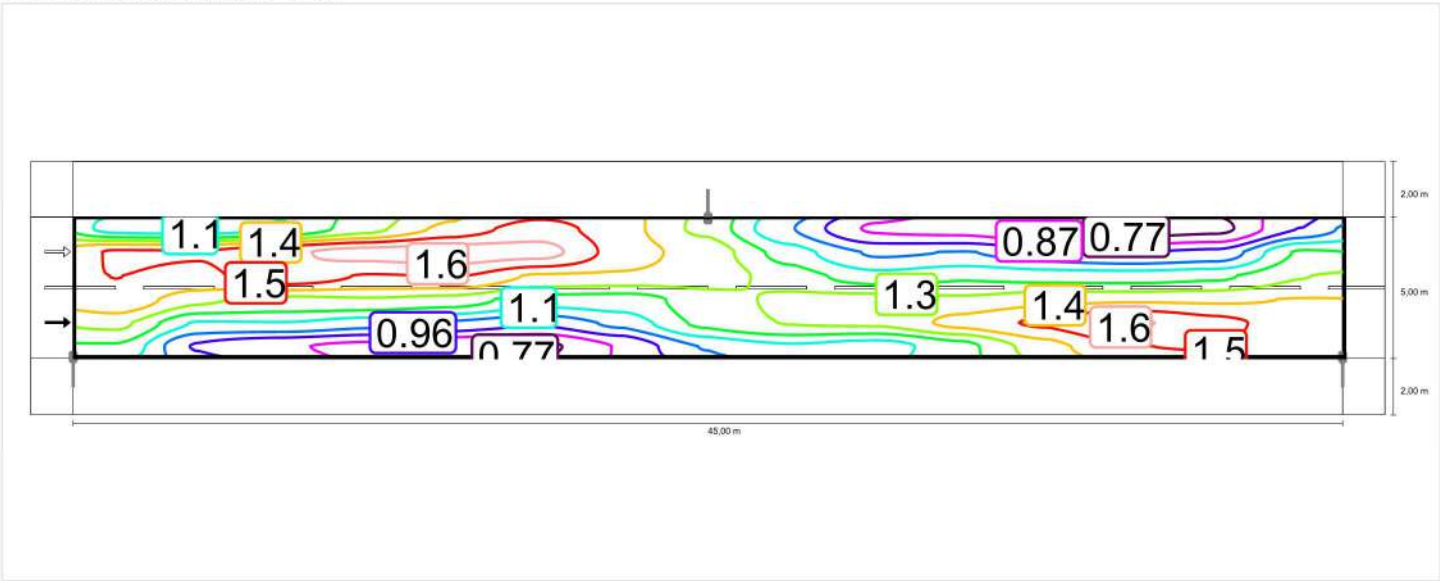
* Informativo, no es parte de la evaluación

Intensidad lumínica horizontal

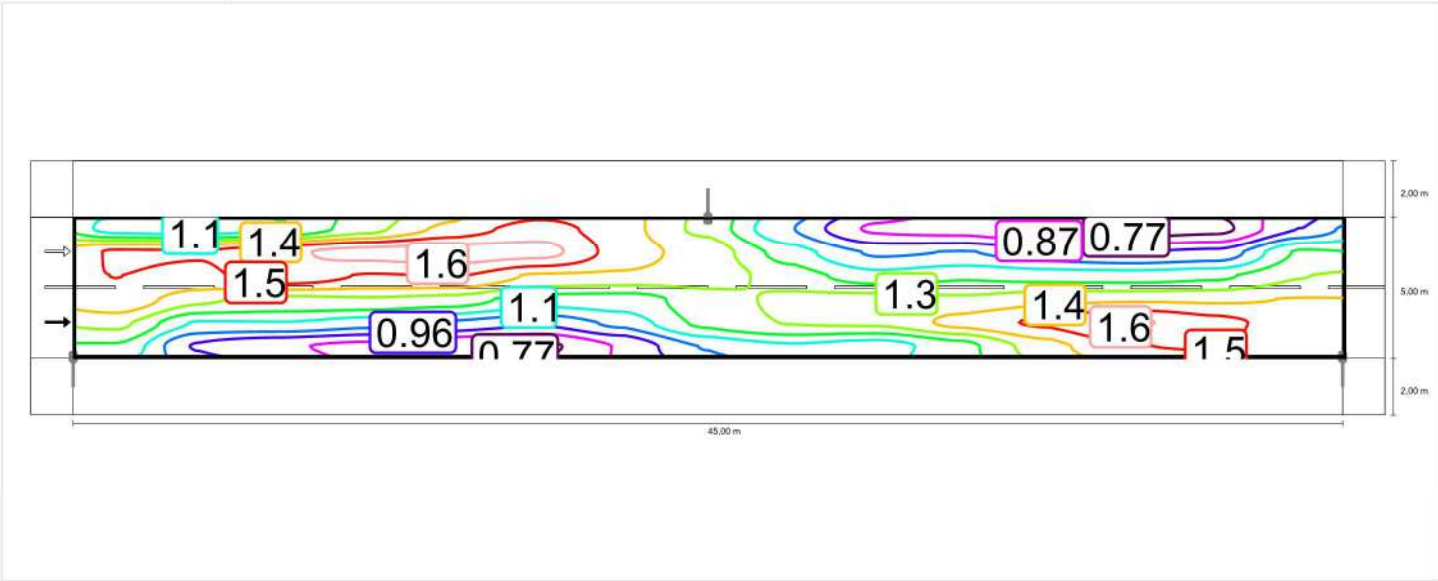


Observador 1

Luminancia en calzada seca

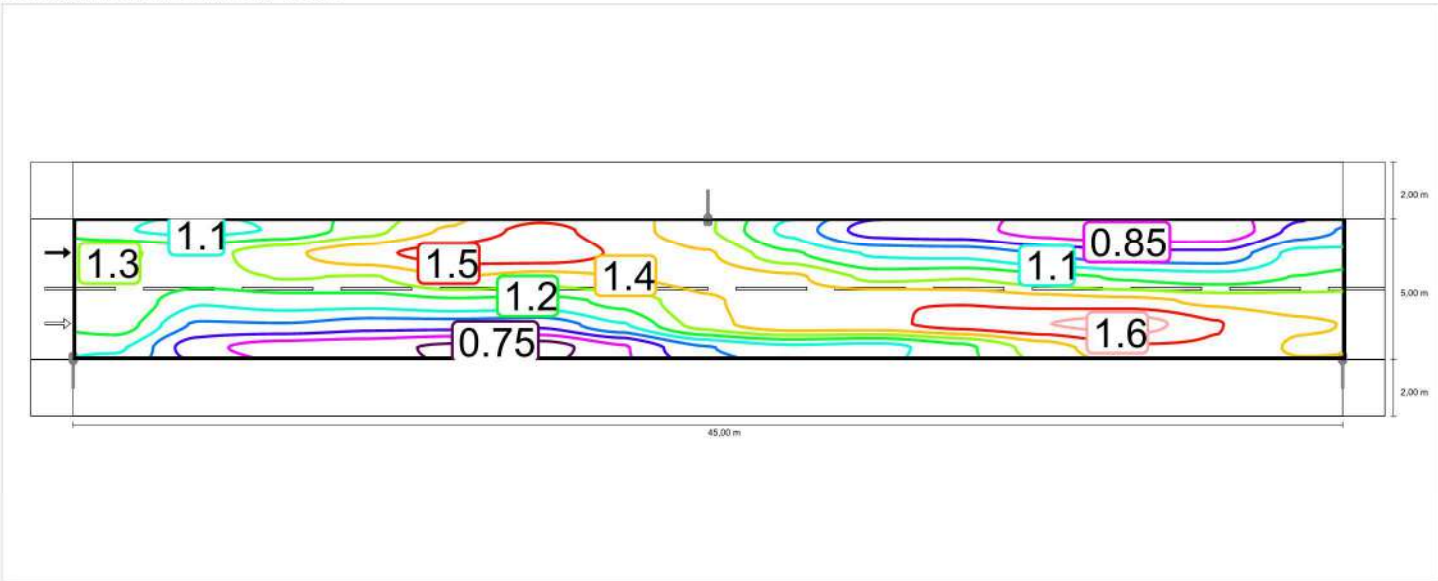


Luminancia de lámpara nueva

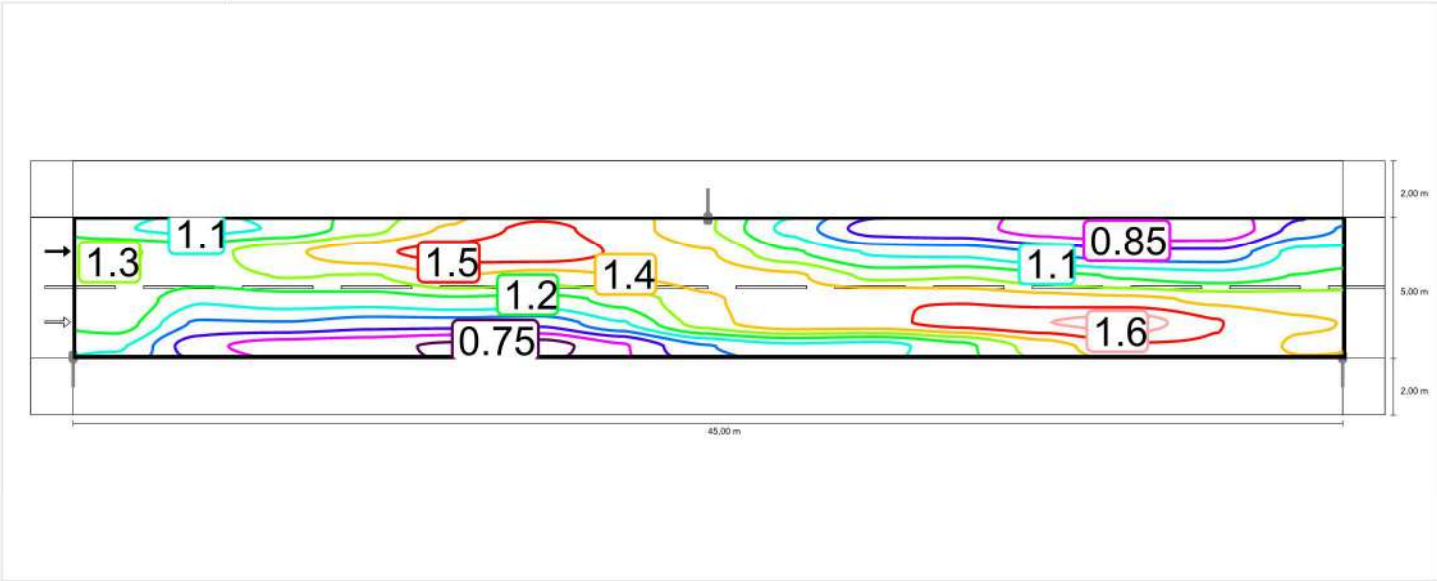


Observador 2

Luminancia en calzada seca



Luminancia de lámpara nueva



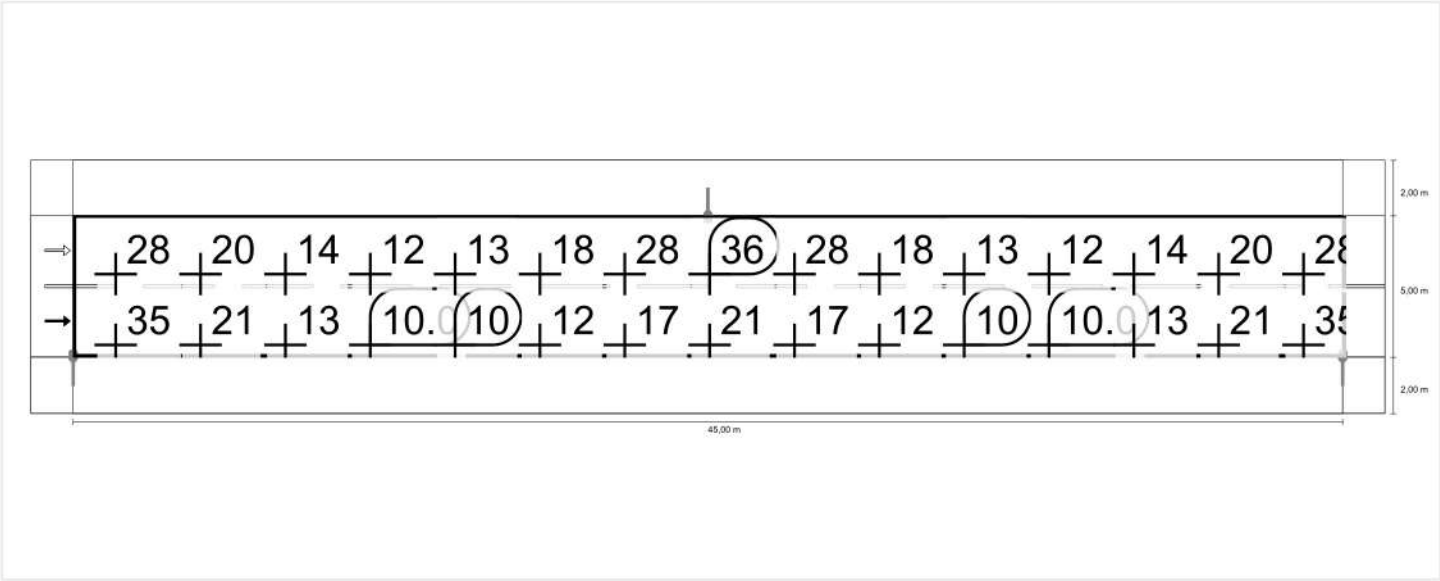
Calzada 1 (M3)

Factor de degradación: 1.00
Trama: 15 x 6 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 1.00	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR
✓ 1.25	✓ 0.56	✓ 0.60	✓ 13	* 0.54

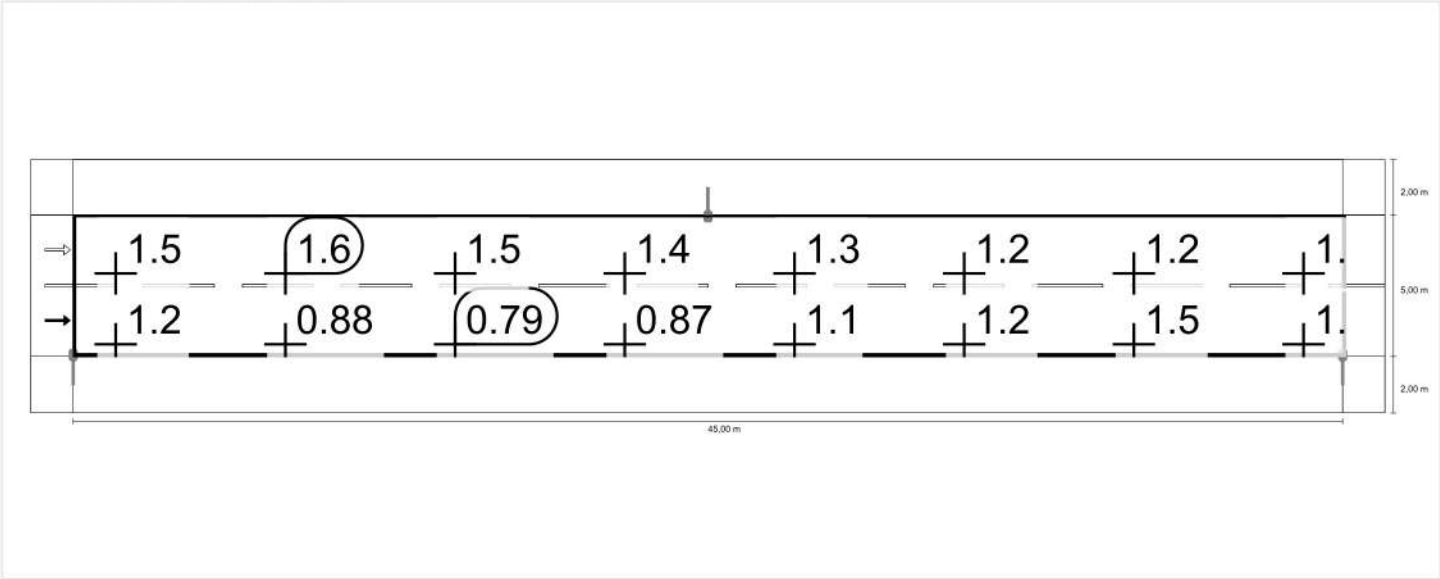
* Informativo, no es parte de la evaluación

Intensidad lumínica horizontal

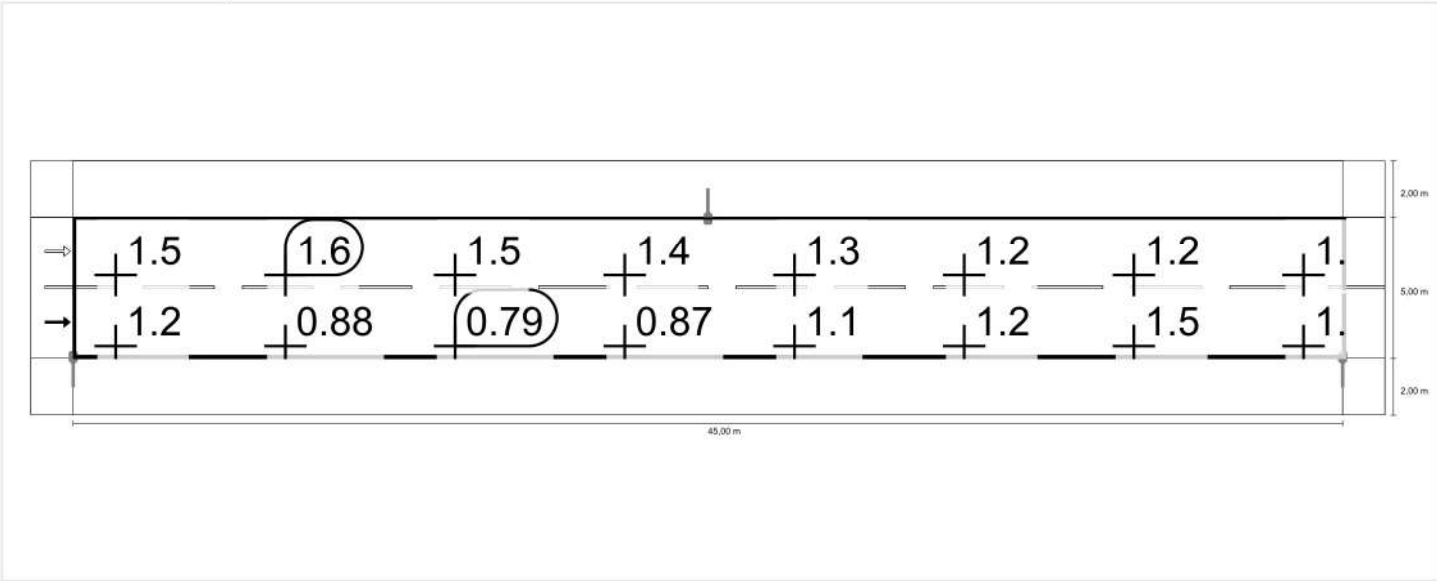


Observador 1

Luminancia en calzada seca

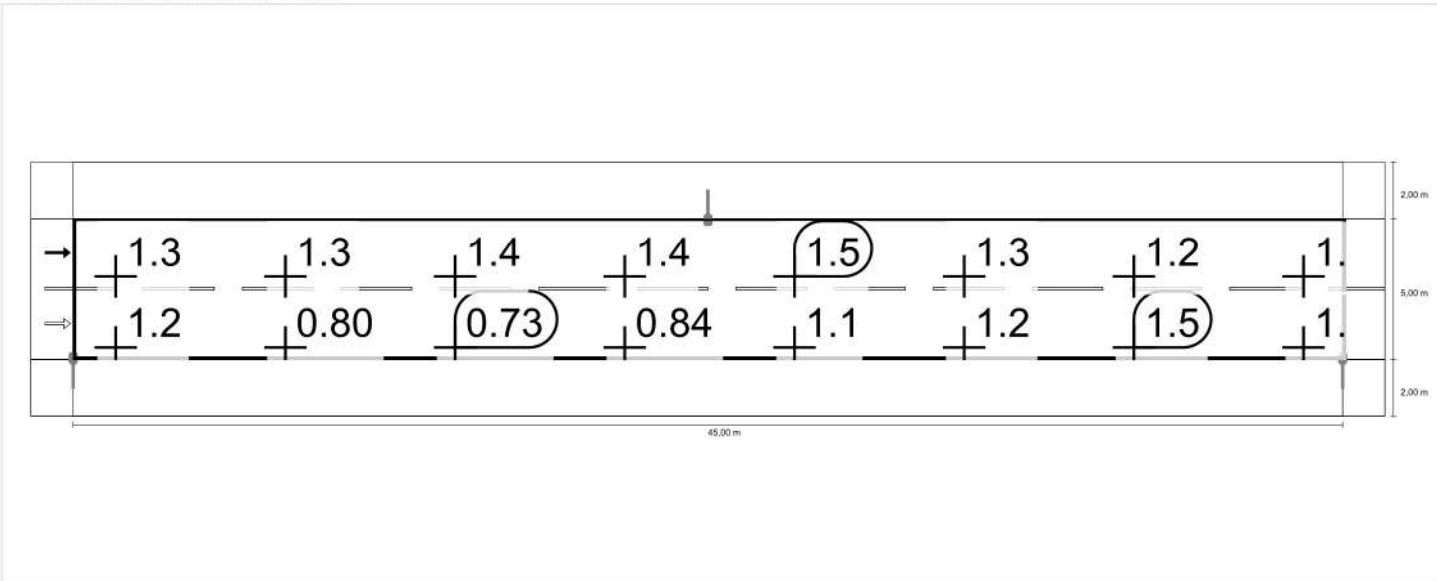


Luminancia de lámpara nueva

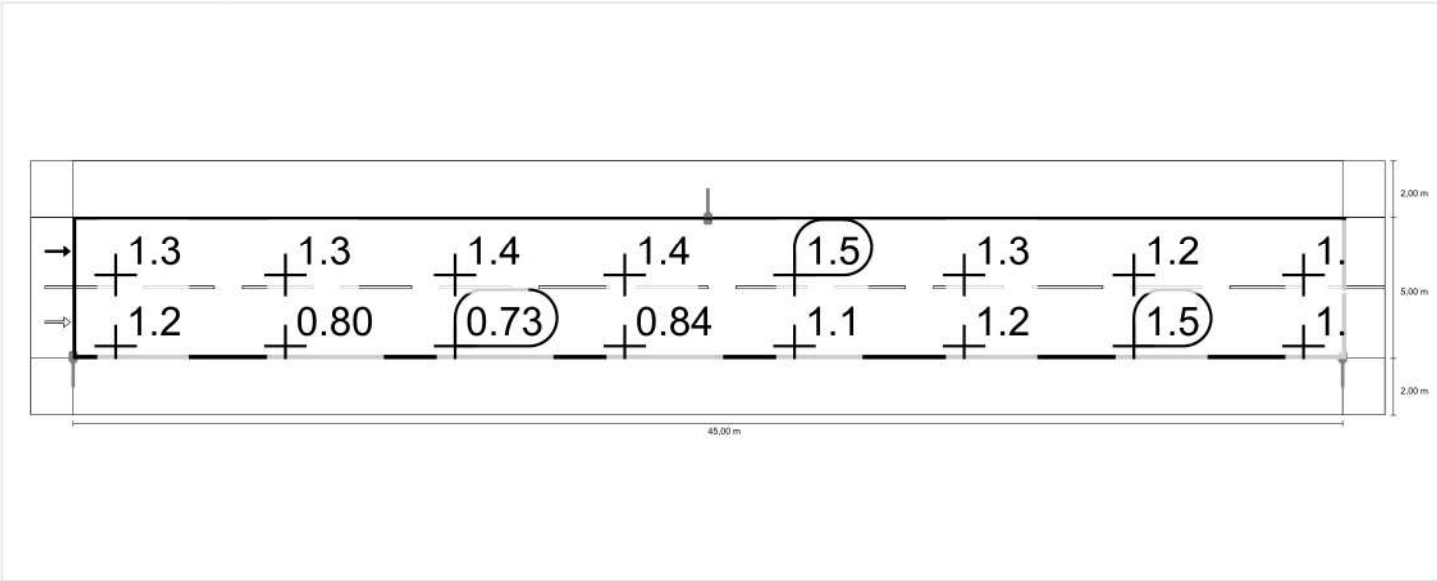


Observador 2

Luminancia en calzada seca



Luminancia de lámpara nueva



Camino peatonal 2 (P2)

Factor de degradación: 1.00

Trama: 15 x 3 Puntos

Em [lx] ≥ 10.00 ≤ 15.00	Emin [lx] ≥ 2.00
✓ 11.19	✓ 4.30

Camino peatonal 2 (P2)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

1.667	31.0	17.9	9.87	7.62	8.23	10.6	14.5	17.0	14.5	10.6	8.23	7.62	9.87	17.9	31.0
1.000	23.3	13.4	7.06	5.67	6.73	9.06	12.2	14.0	12.2	9.06	6.73	5.67	7.06	13.4	23.3
0.333	13.6	8.05	4.71	4.30	5.38	7.46	10.0	11.3	10.0	7.46	5.38	4.30	4.71	8.05	13.6
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500	31.500	34.500	37.500	40.500	43.500

Trama: 15 x 3 Puntos

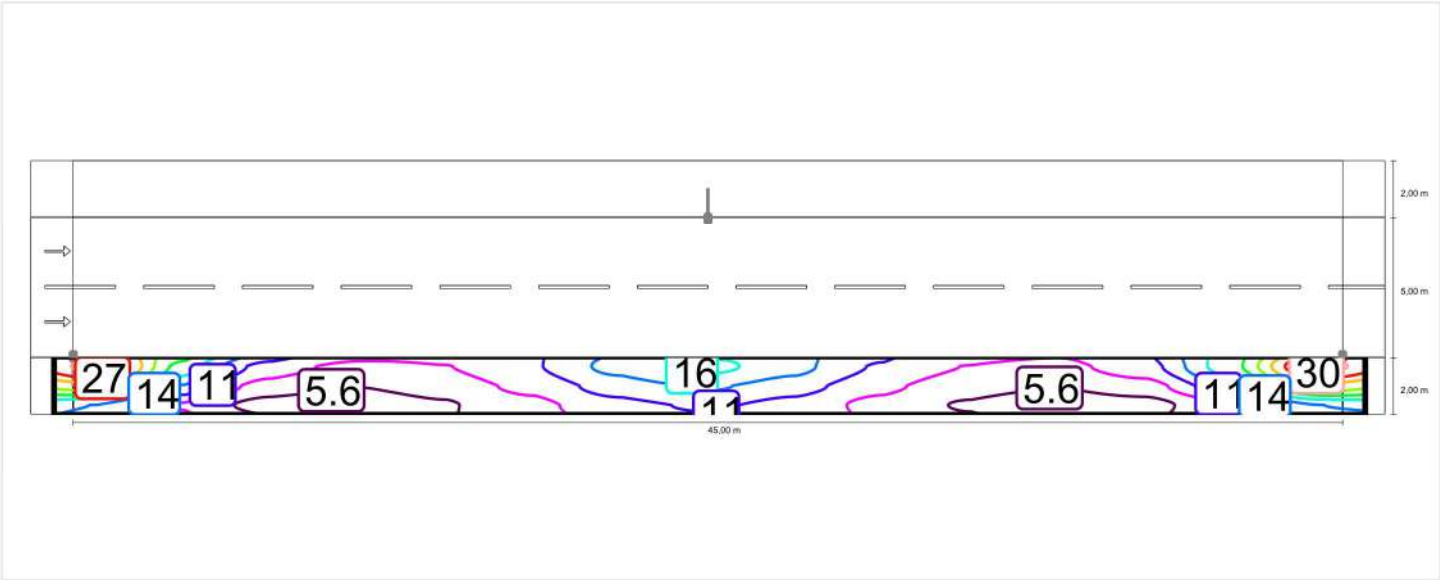
Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
11.2	4.30	31.0	0.384	0.139

Camino peatonal 2 (P2)

Factor de degradación: 1.00
Trama: 15 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]
≥ 10.00	≥ 2.00
≤ 15.00	
✓ 11.19	✓ 4.30

Intensidad lumínica horizontal

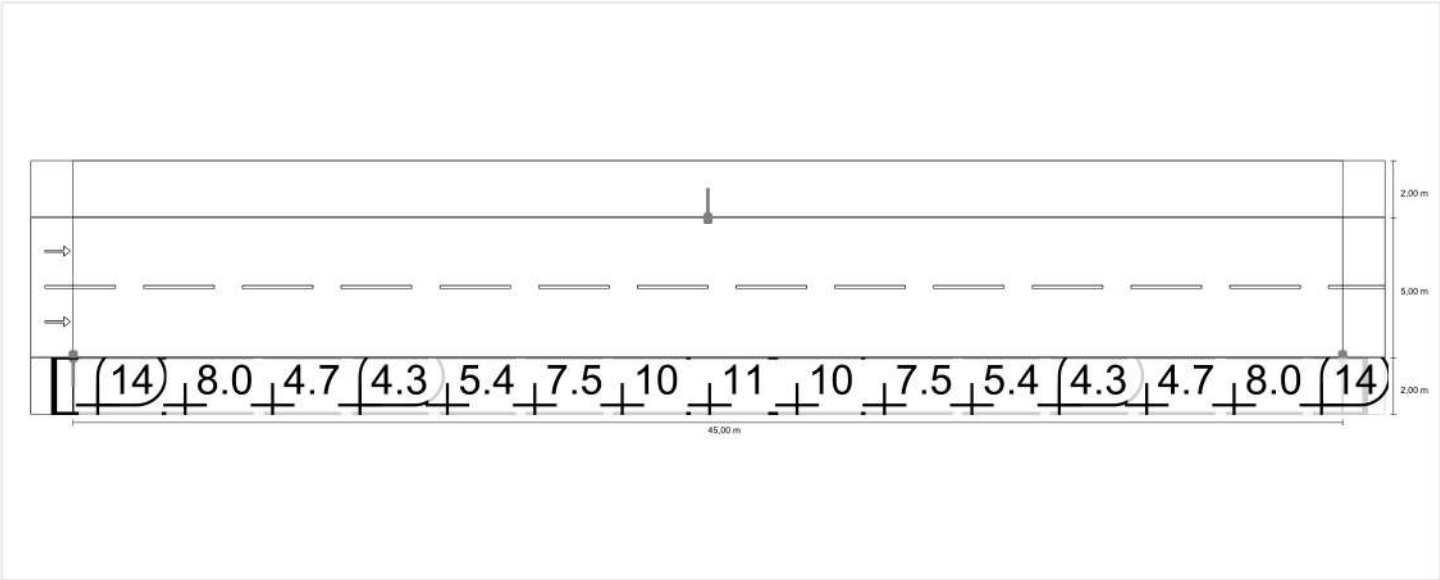


Camino peatonal 2 (P2)

Factor de degradación: 1.00
Trama: 15 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]
≥ 10.00	≥ 2.00
≤ 15.00	
✓ 11.19	✓ 4.30

Intensidad lumínica horizontal



Documento 3

PLANOS

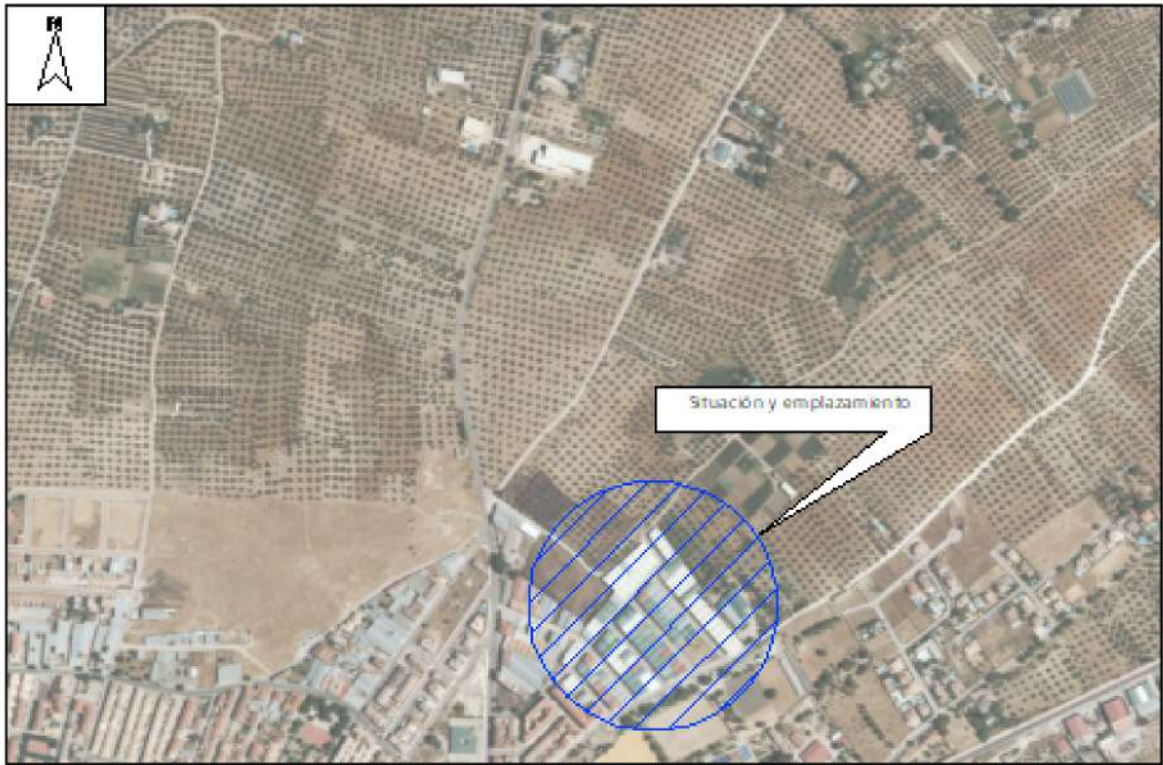
INDICE:

01. Situación y emplazamiento
02. Planta general y distribución de superficies
03. Planta general de la instalación. L.S.M.T
04. Planta general de la instalación. L.S.B.T
05. Plano exterior del Centro de Transformación PFU-5
06. Plano interior Centro de Transformación (CT-1, CT-2 y CT-33387)
07. Plano interior Centro de Transformación CT-4
08. Plano esquema unifilar CT-1 y CT-2
09. Plano esquema unifilar CT-4 y CT-33387
10. Plano de Puesta a Tierra
11. Detalle Esquema Salidas de Baja Tensión CT-1 y CT-2
12. Detalle Esquema Salidas de Baja Tensión CT-4 y CT-33387
13. Arquetas A1 y A2
14. Canalizaciones 4 tubos
15. Canalización 6 tubos
16. Plano de distribución iluminación exterior.

Plano de situación general
Sin escala

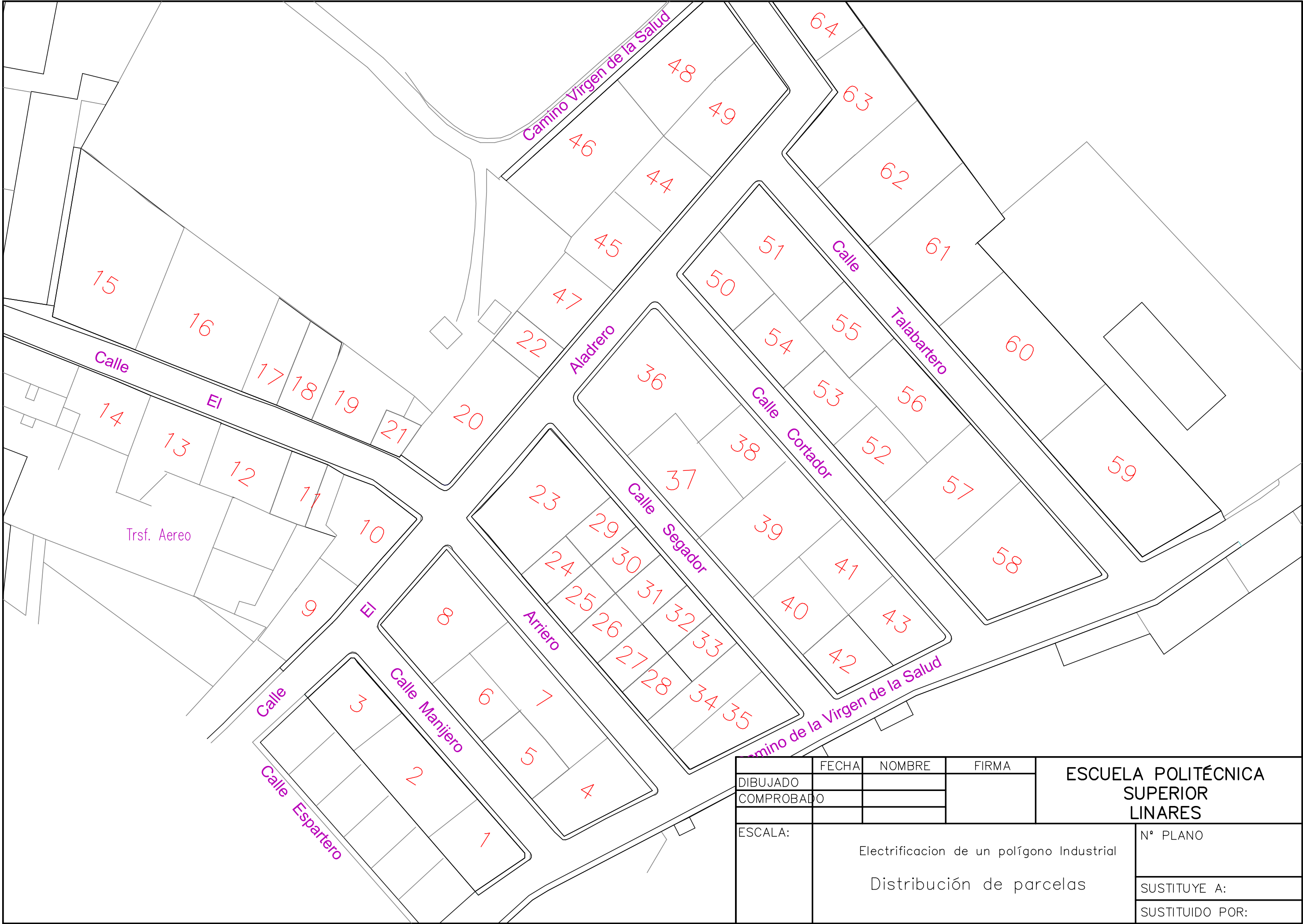


Plano de situación instalación
E: 1:10.000



Coordenadas de la instalación			
Ubicación	X	Y	Huso
Polígono Industrial	38.001534	-3.459045	30

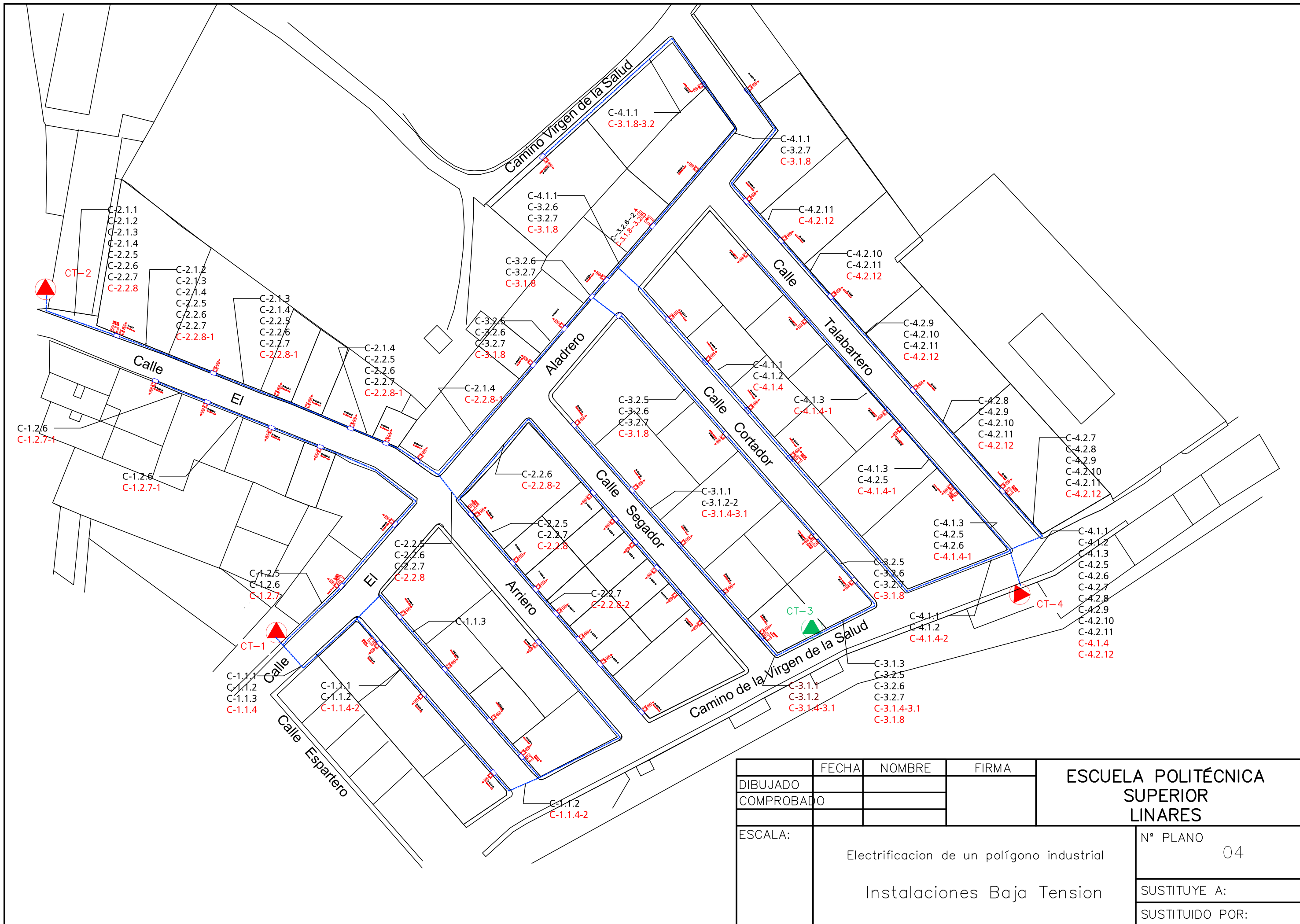
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO				
COMPROBADO				
ESCALA:	Electrificación de un polígono Industrial			Nº PLANO 01
	Situación y emplazamiento			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



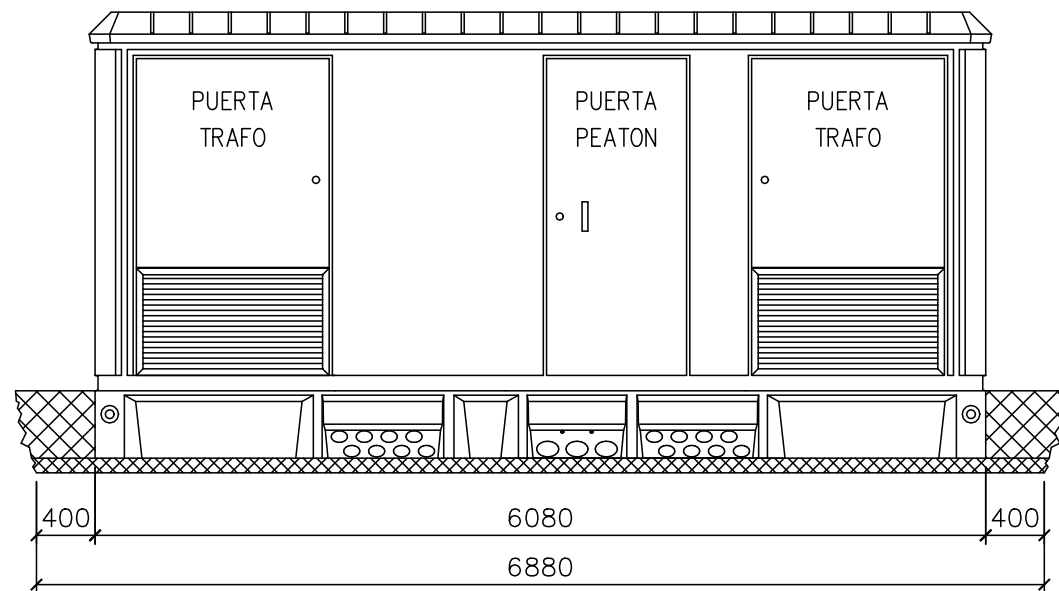
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO					
COMPROBADO					
ESCALA:	Electrificación de un polígono Industrial				Nº PLANO
	Distribución de parcelas				SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:



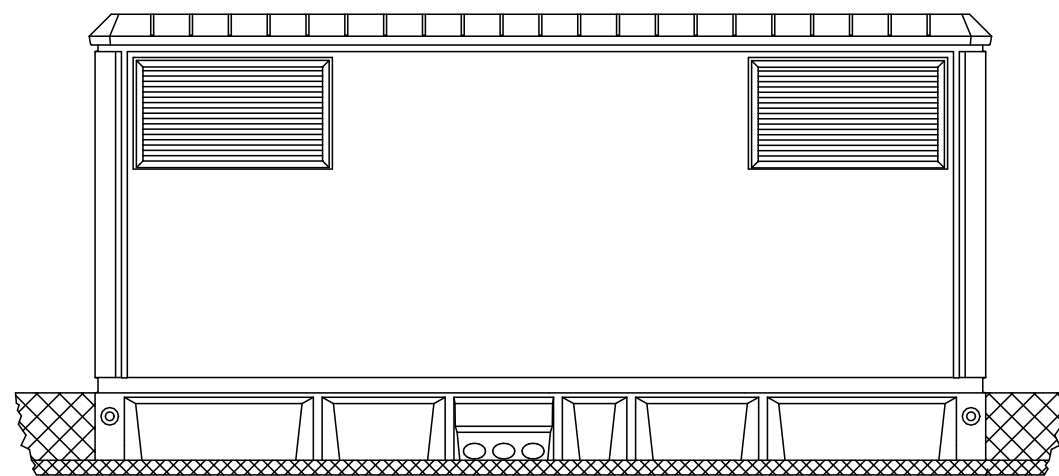
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO					
COMPROBADO					
ESCALA:	Electrificación polígono industrial Instalaciones Media Tensión			Nº PLANO 03	
				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO					
COMPROBADO					
ESCALA:	Electrificación de un polígono industrial				Nº PLANO 04
	Instalaciones Baja Tension				SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:



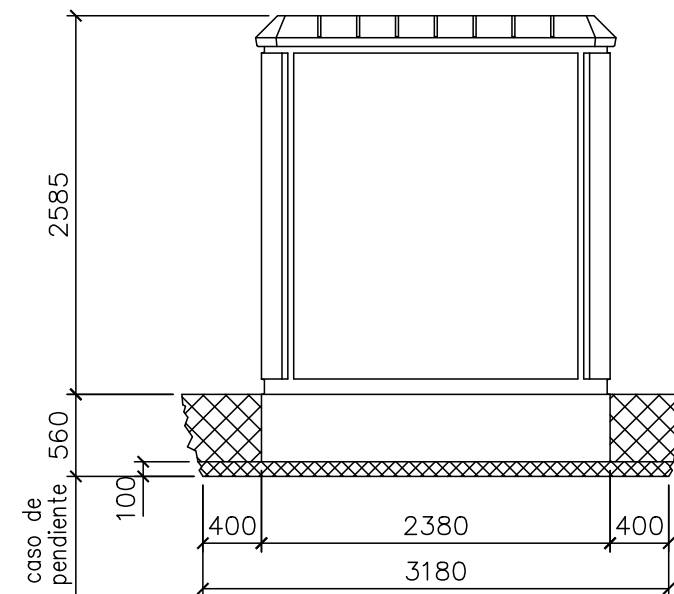
VISTA FRONTAL



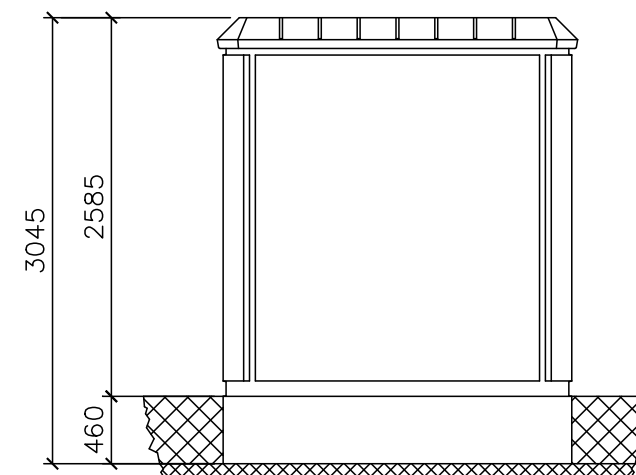
VISTA POSTERIOR

Arena de nivelación

DIMENSIONES DE LA EXCAVACION
6.88 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.

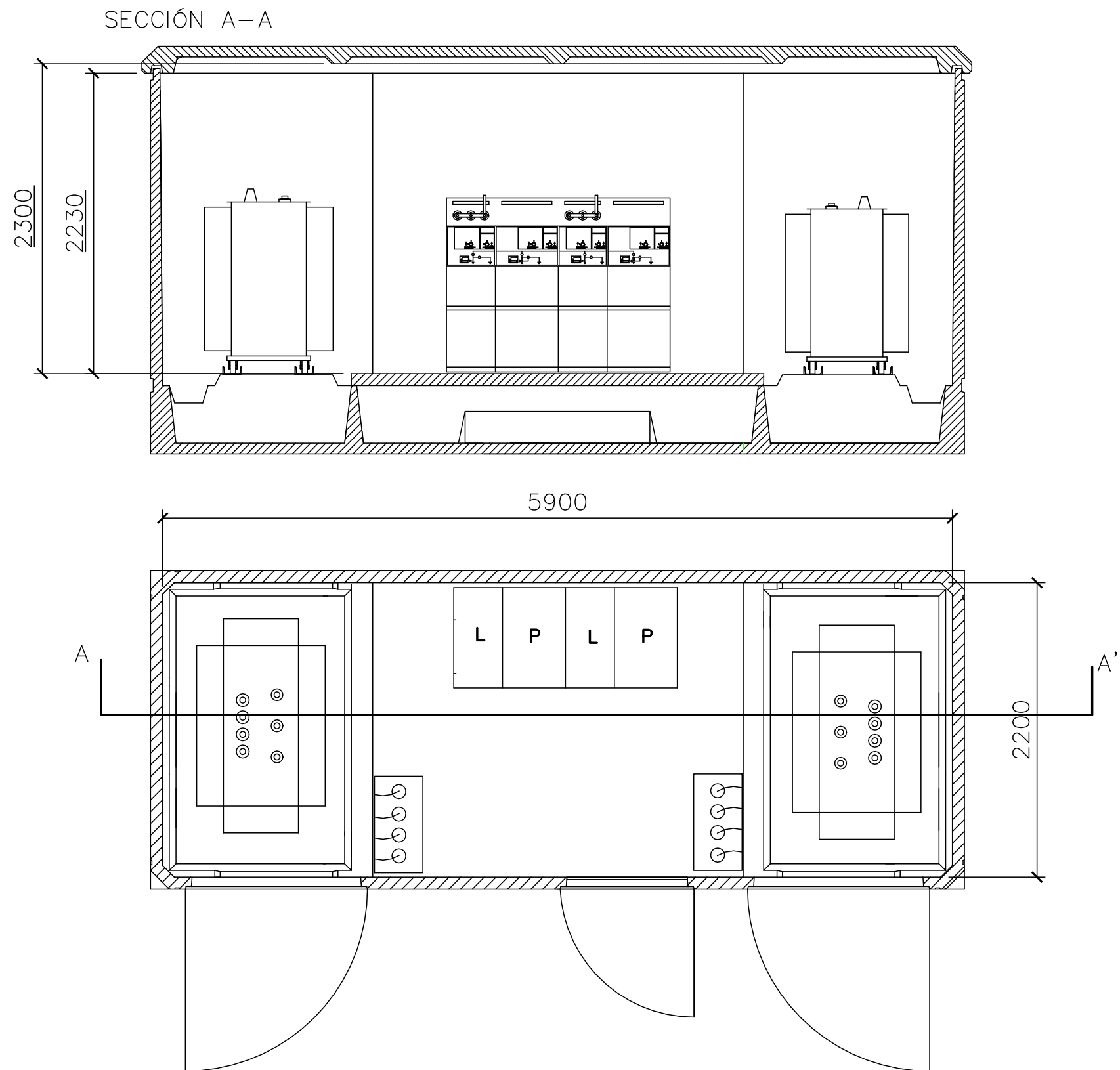


VISTA LATERAL
IZQUIERDA



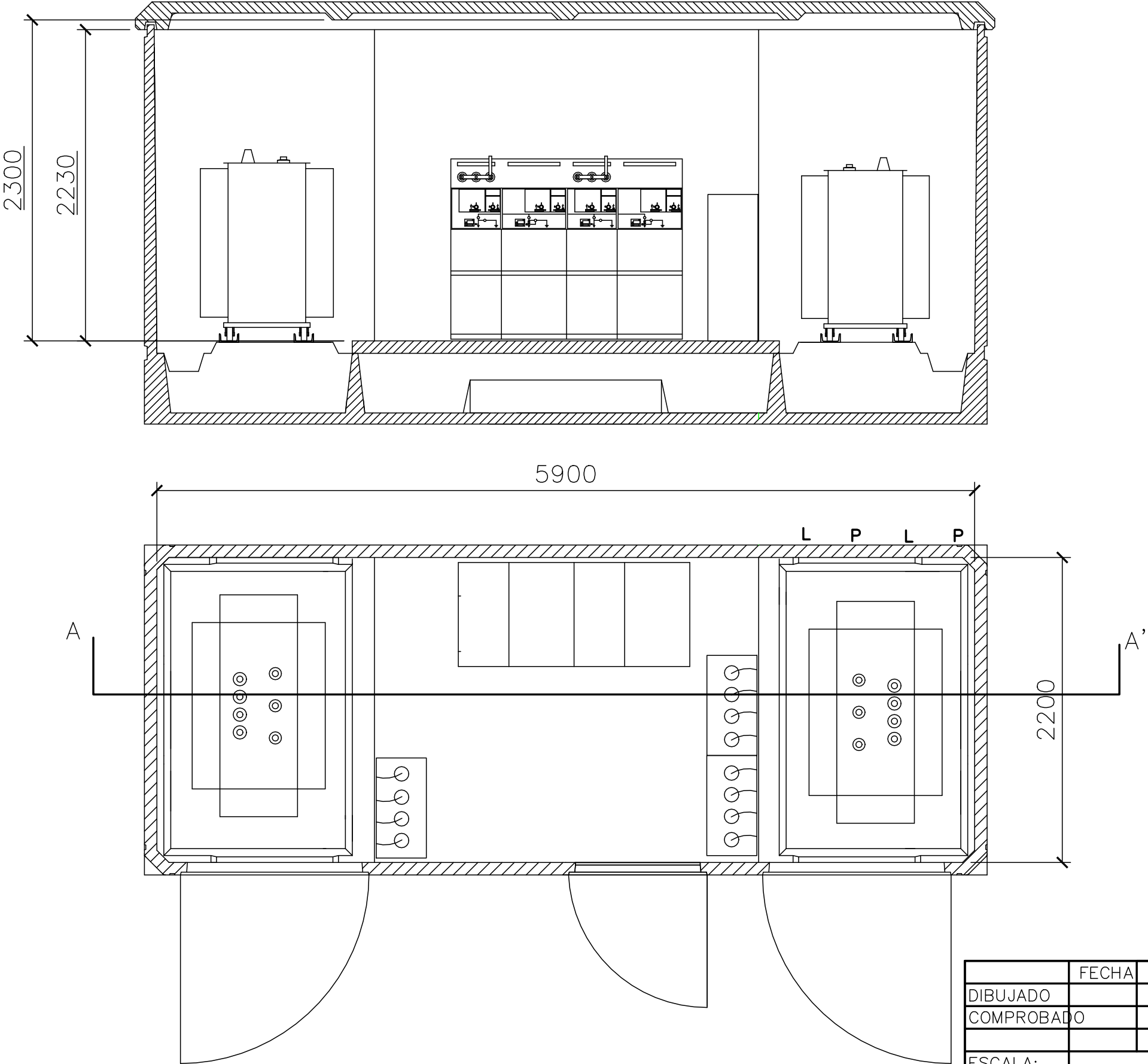
VISTA LATERAL
DERECHA

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO					
COMPROBADO					
ESCALA:	Electrificacion de un polígono Industrial Exterior Centro de Transformación			Nº PLANO	05
				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO					
COMPROBADO					
ESCALA:	Electrificacion de un polígono Industrial			Nº PLANO	06
	Interior CT-1 CT-2 y CT 33387			SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	

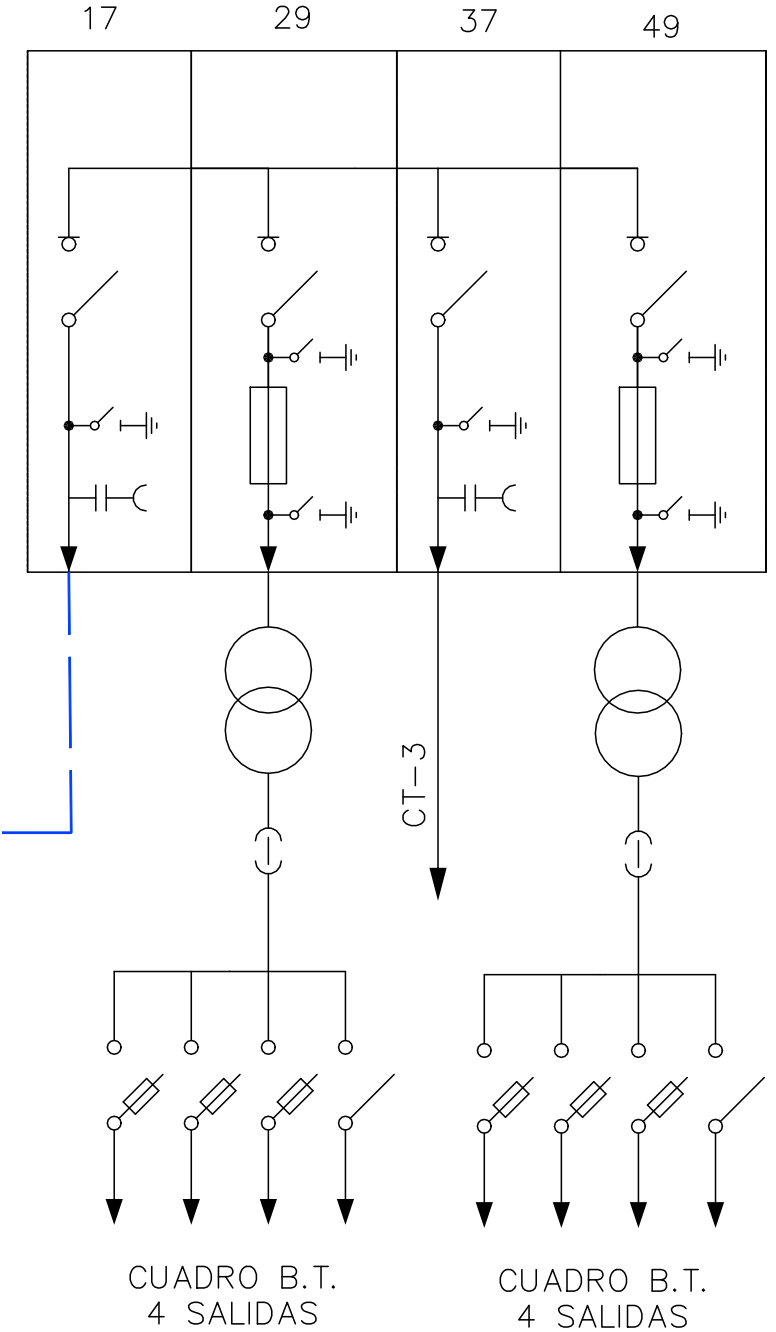
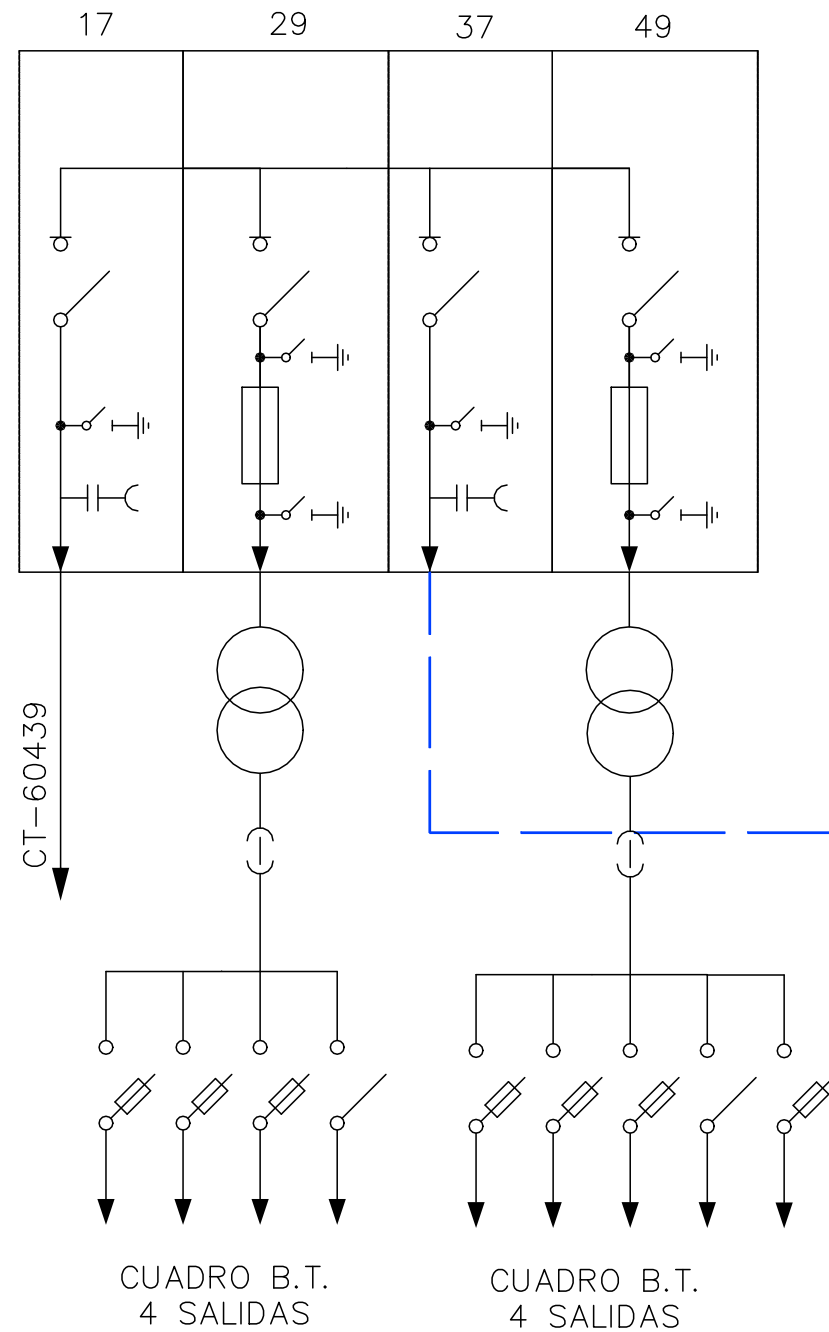
SECCIÓN A-A



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO				
COMPROBADO				
ESCALA:	Electrificación de un polígono Industrial			Nº PLANO 07
	Interior CT-3			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

CT-1

CT-2

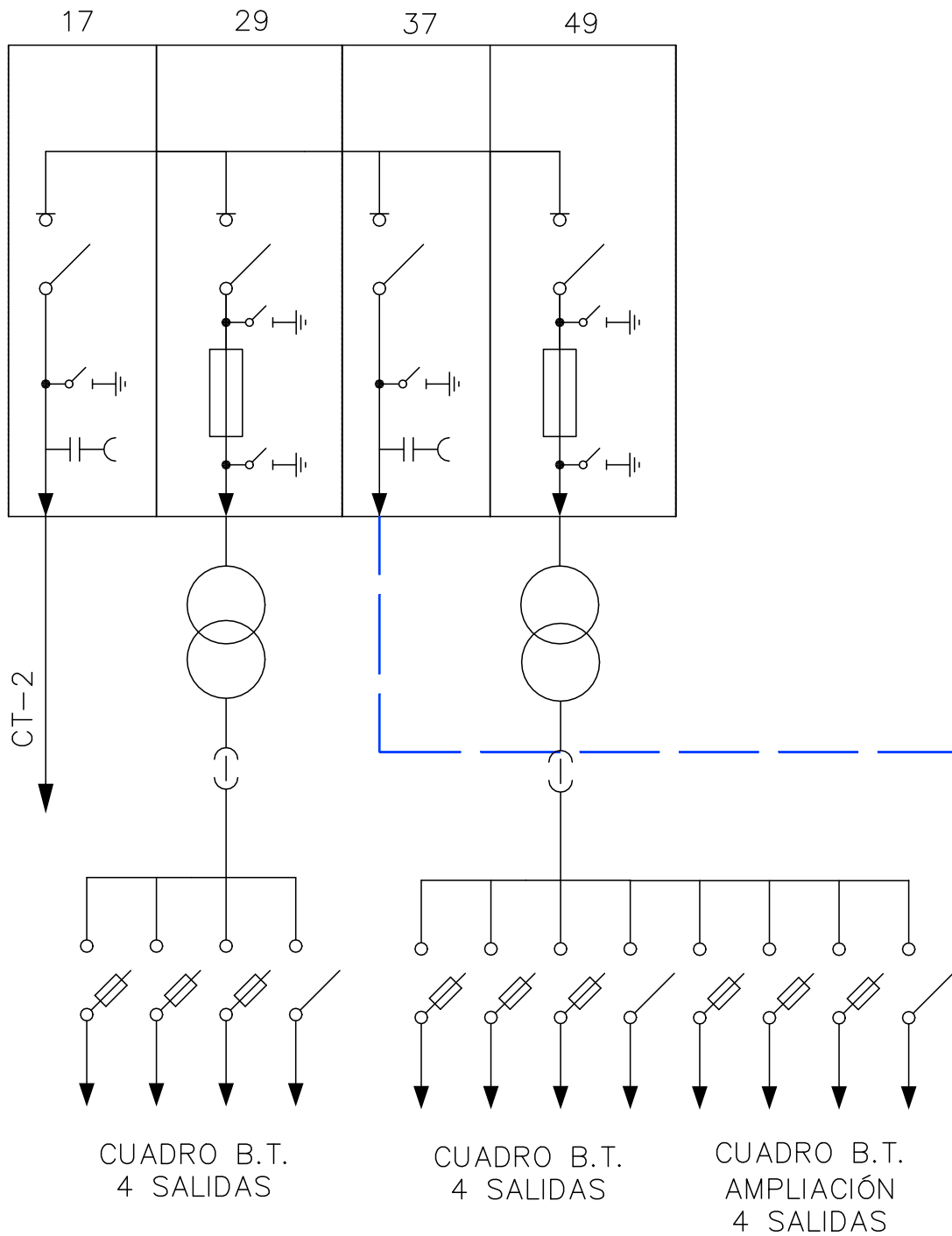


LSMT existente con conductor RH5Z1 18/30 kV 3x1x240 mm2
Al
desde la celda 37 del CT-1 hasta la celda 17 del CT-2

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO					
COMPROBADO					
ESCALA:	Electrificación de un polígono Industrial			Nº PLANO 08	
				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	

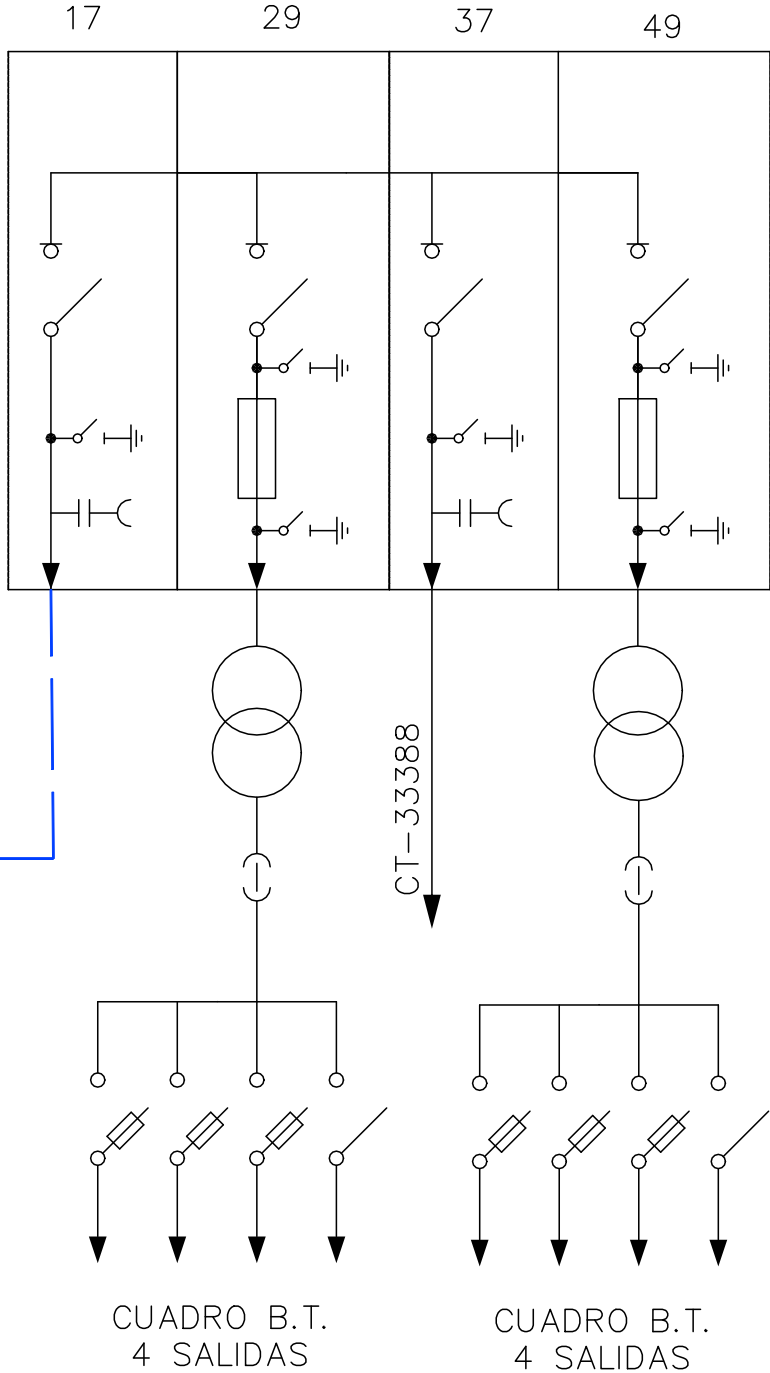
Esquema unifilar I

CT-3

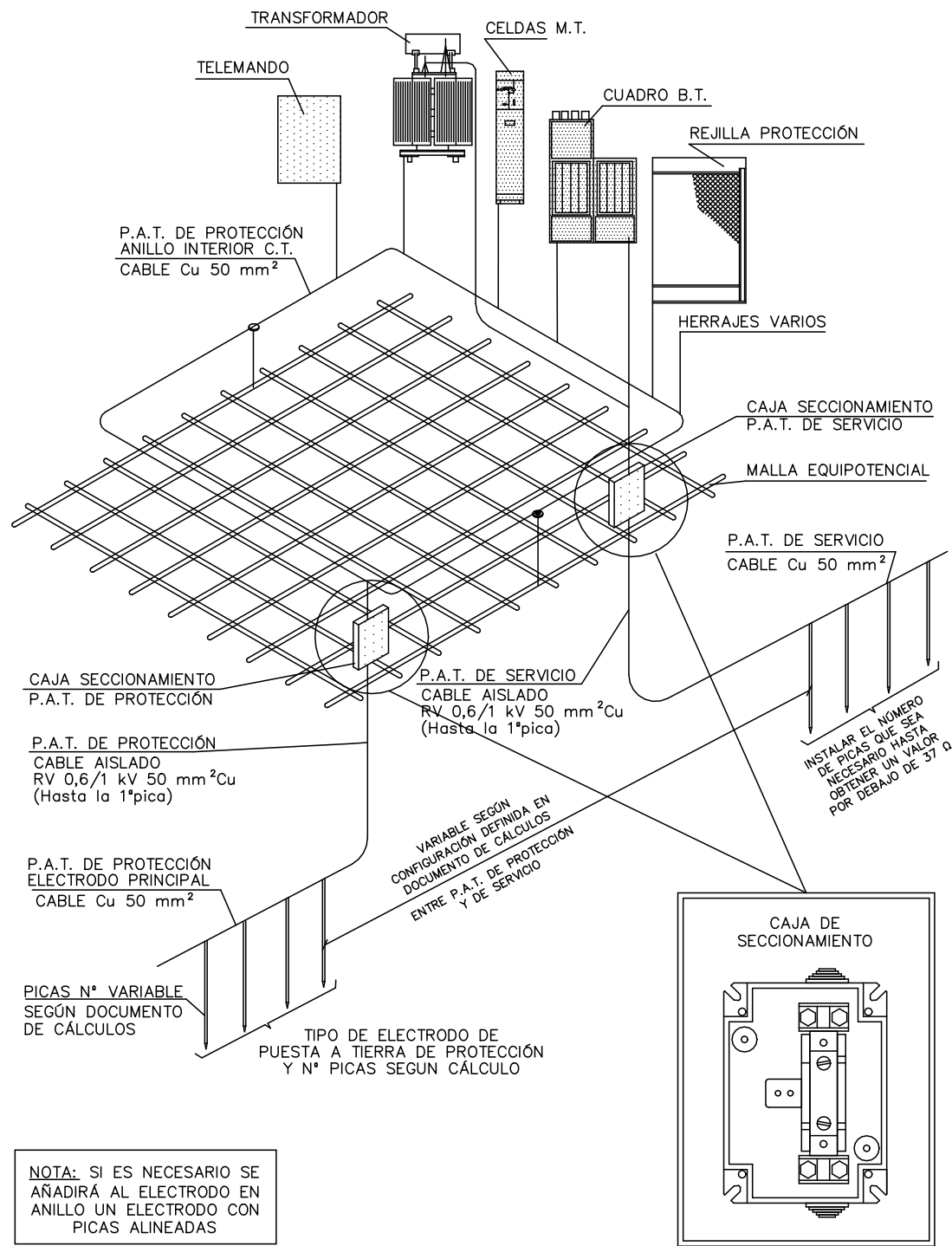


LSMT existente con conductor RH5Z1 18/30 kV 3x1x240 mm²
Al
desde la celda 37 del CT-3 hasta la celda 17 del CT-33387

CT-33387



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO					
COMPROBADO					
ESCALA:	Electrificación de un polígono Industrial Esquema unifilar II			Nº PLANO 09	
				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	



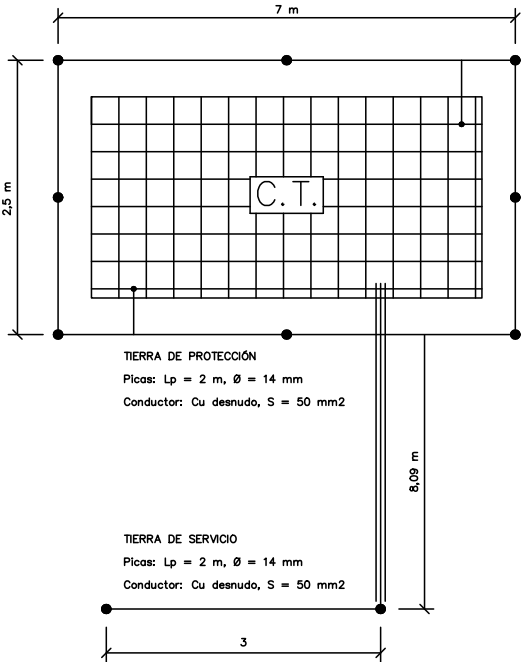
PUESTA A TIERRA				
Tipología	Electrodo	Rt (ohmios)	Id (A)	Tierra separada D(m)>=
P.A.T Protección	Anillo rectangular 5x3 m 70-25/5/42	16,8	254,12	8,09
P.A.T Servicio	Picas de 2 metros alineadas 5/32	27	215,43	6,86

TIERRA DE PROTECCIÓN
Configuración: 70-25/5/42
Profundidad electrodo: 0.5 m
Sección conductor: 50 mm2
Diámetro picas: 14 mm
Número de picas: 4
Longitud picas: 2

NOTA: 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 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro. Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo. Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

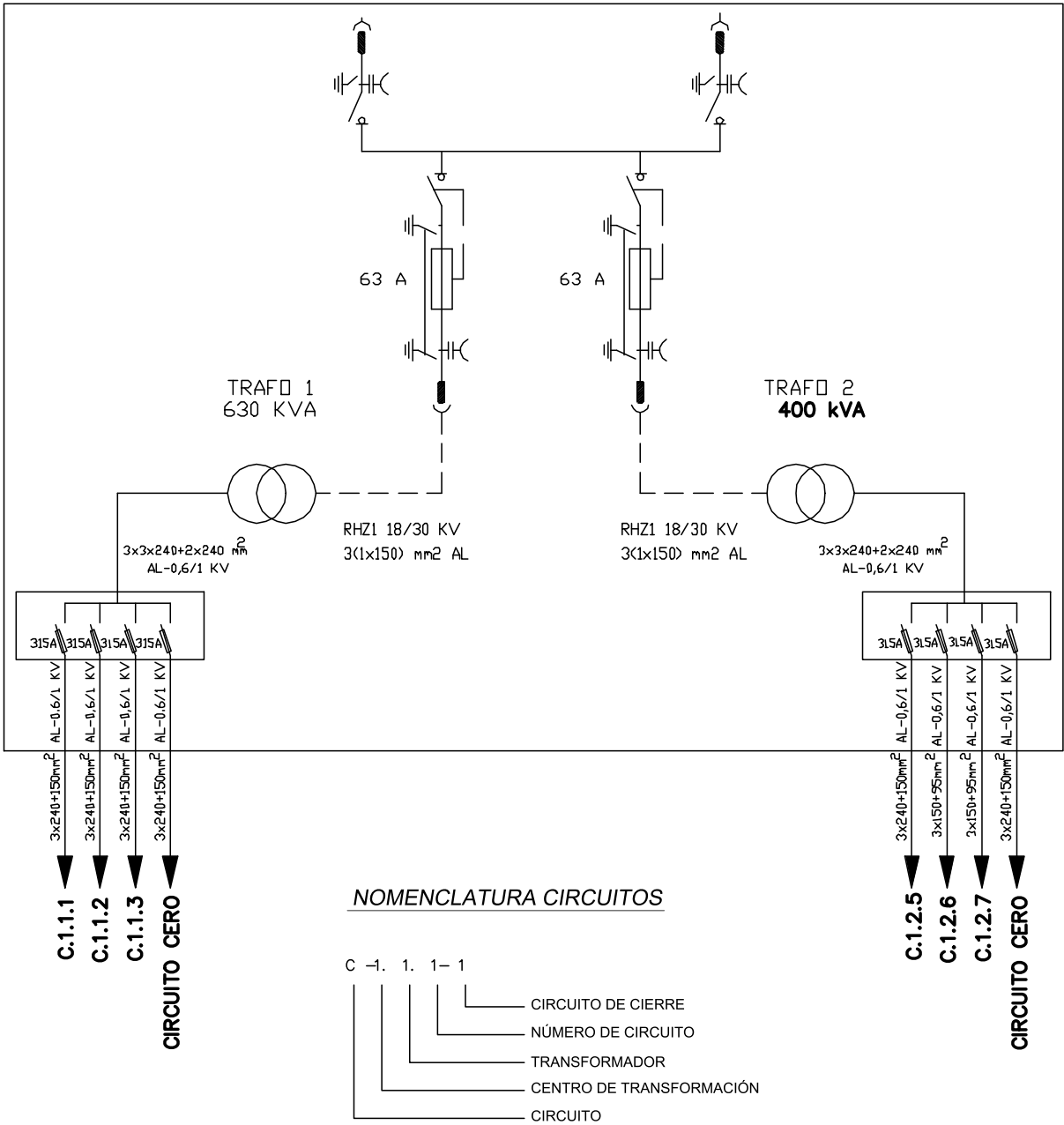
TIERRA DE SERVICIO
Configuración: 5/32.
Profundidad electrodo: 0.5 m
Separación picas: 3 m
2 picas en hilera unidas por conductor horizontal
Sección conductor: 50 mm2
Diámetro picas: 14 mm
Longitud picas: 2

NOTA: El conductor de conexión entre el neutro del transformador y el electrodo de la tierra de servicio será de cable aislado 0,6/1kV de 50 mm2 en Cu, bajo tubo de PVC con grado al impacto 7 (mínimo)

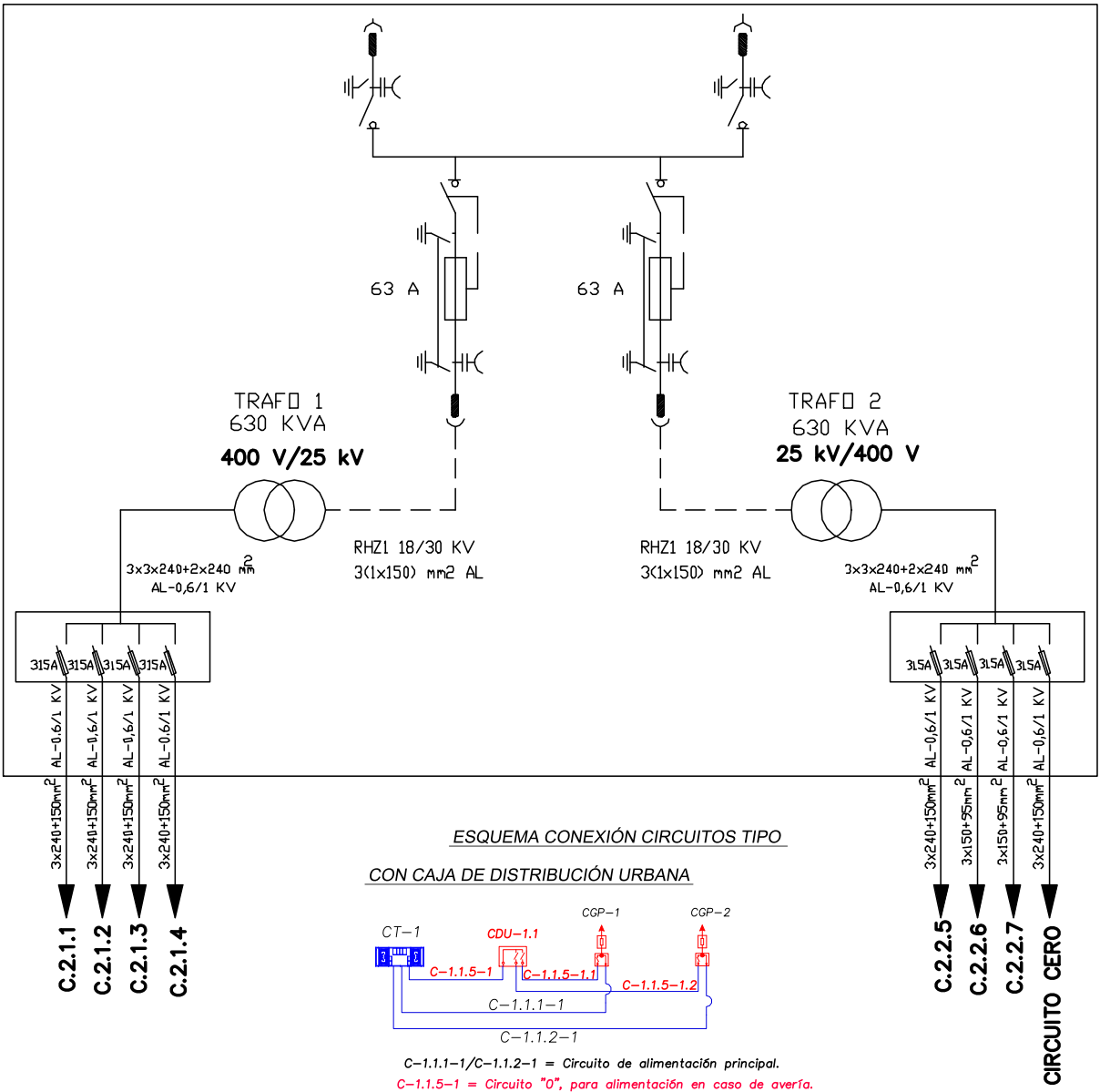


	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
	DIBUJADO			
COMPROBADO				
ESCALA:	Electrificación de un polígono Industrial			Nº PLANO 10
	Puesta a tierra			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

ESQUEMA SALIDAS BAJA TENSION CT-1

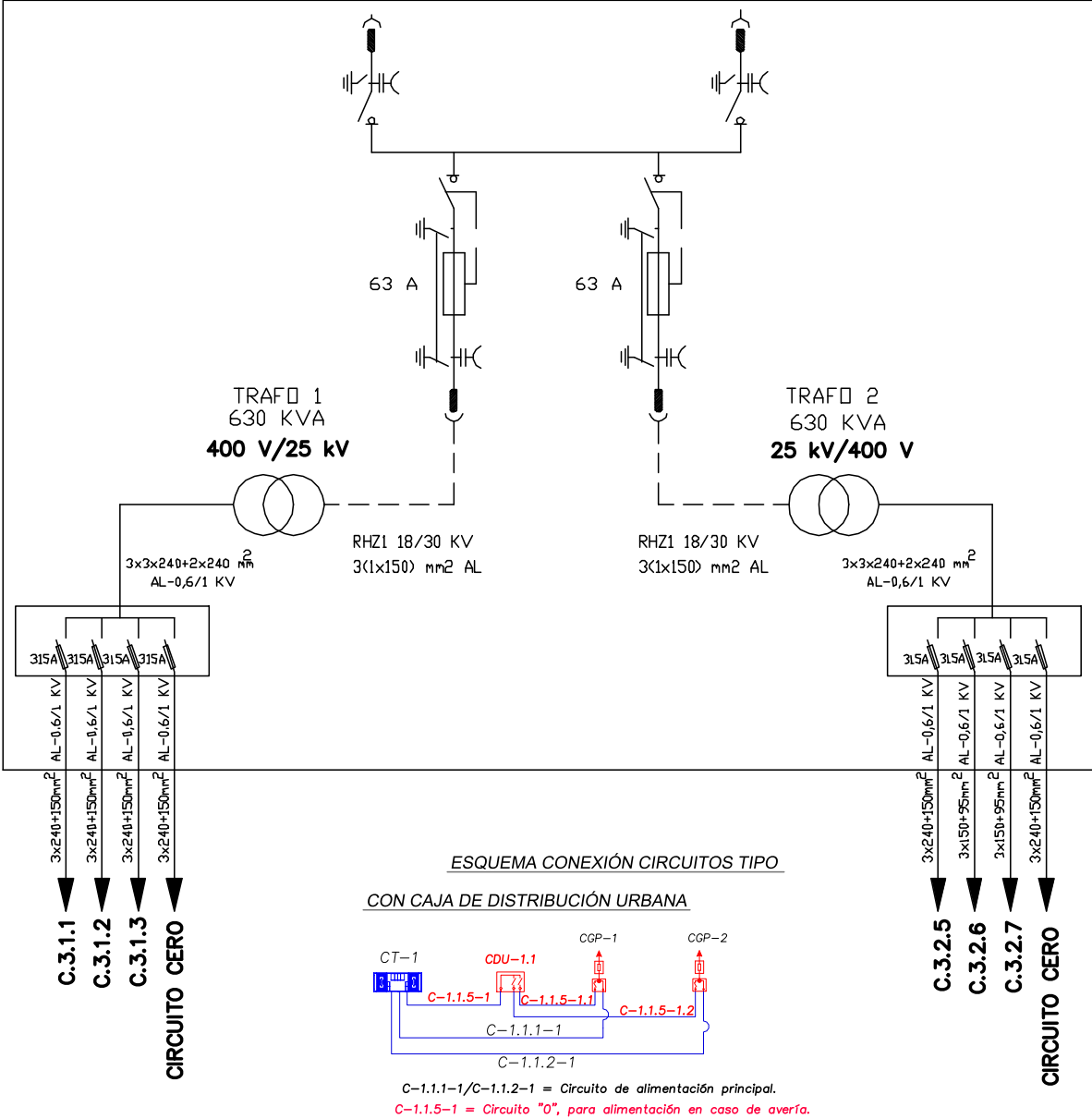


ESQUEMA SALIDAS BAJA TENSION CT-2

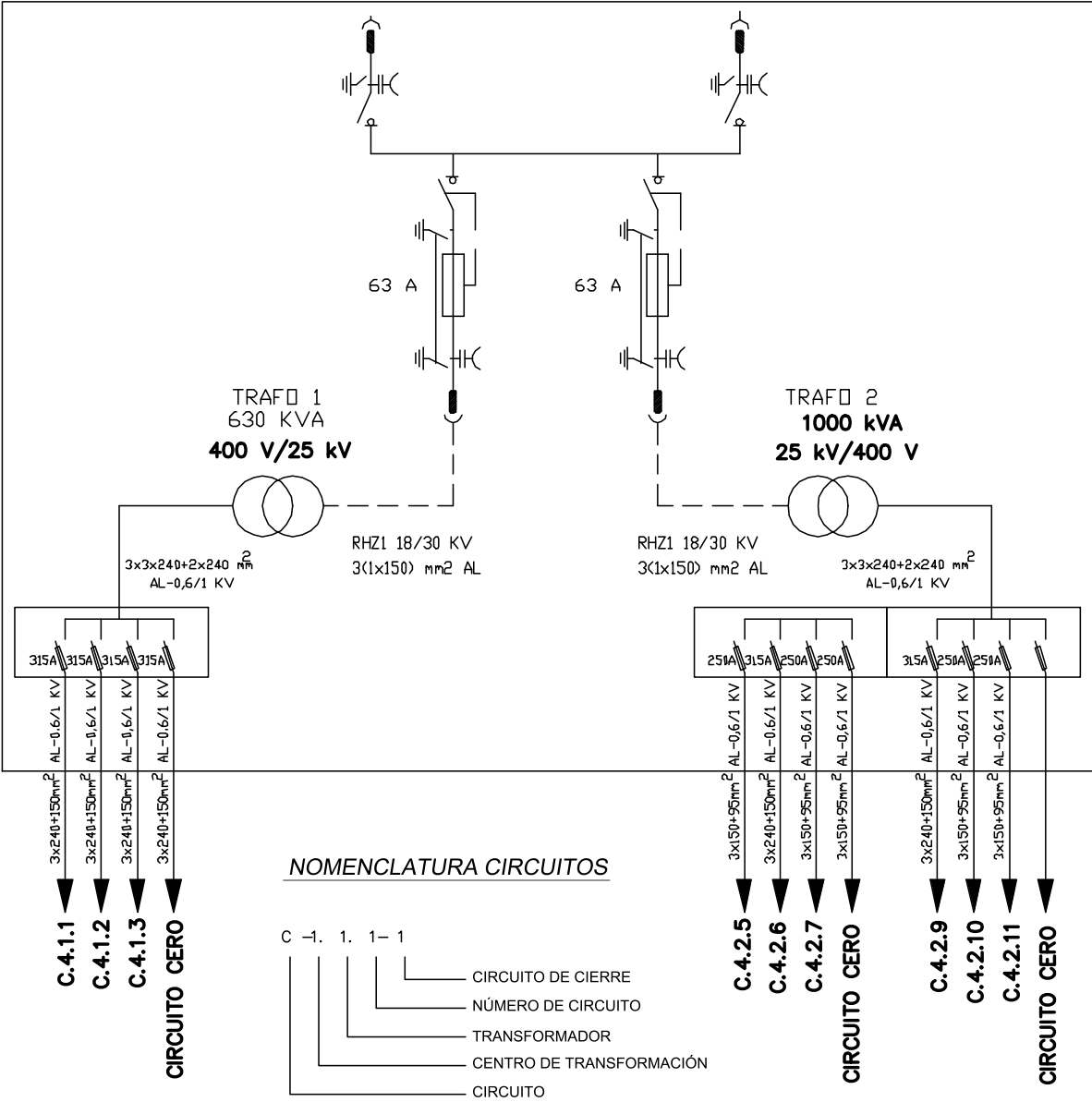


	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO				
COMPROBADO				
ESCALA:	Electrificación de un polígono Industrial			Nº PLANO 11
	Esquema salidas BT I			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

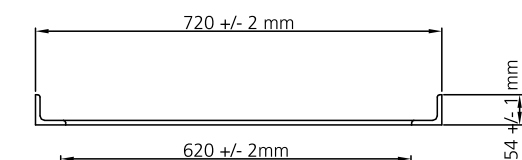
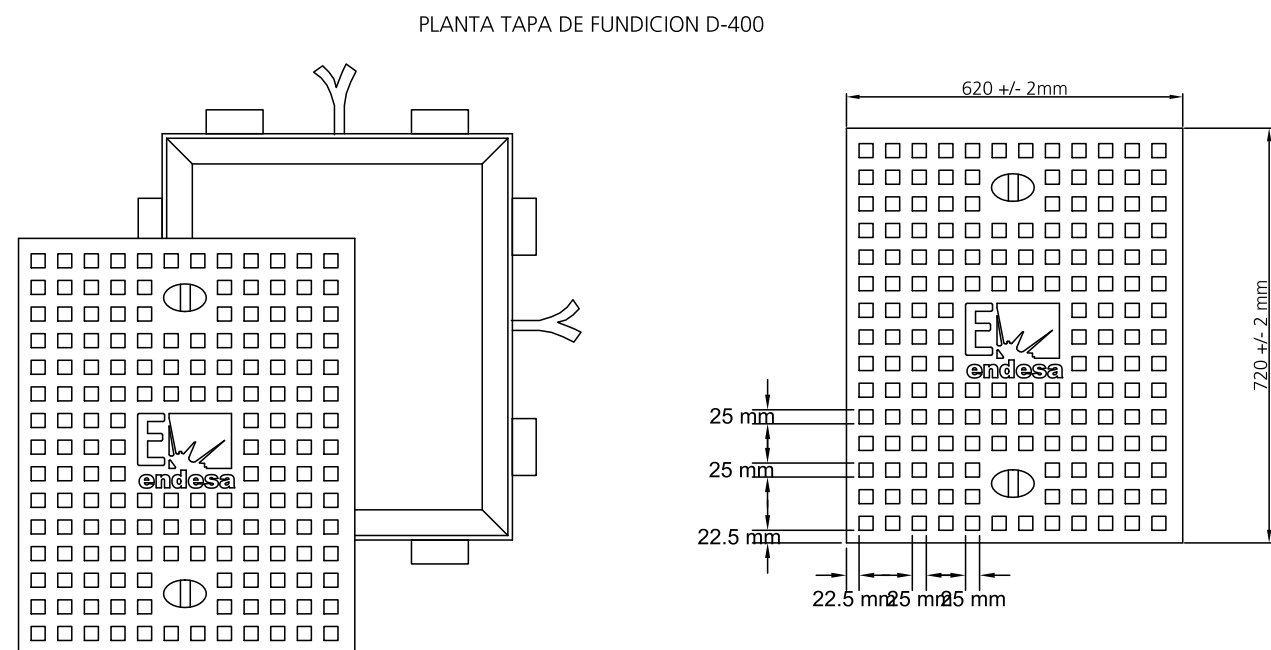
ESQUEMA SALIDAS BAJA TENSION CT-33387



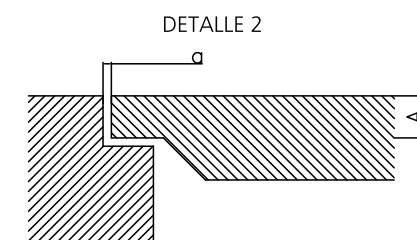
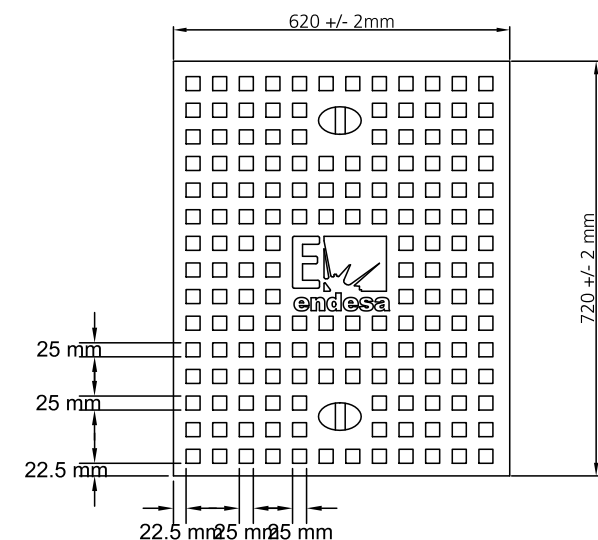
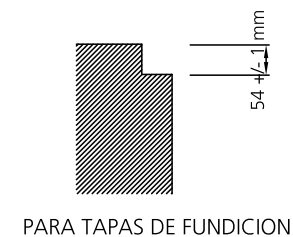
ESQUEMA SALIDAS BAJA TENSION CT-4



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO				
COMPROBADO				
ESCALA:	Electrificación de un polígono Industrial			Nº PLANO
	Esquema salidas BT II			12
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

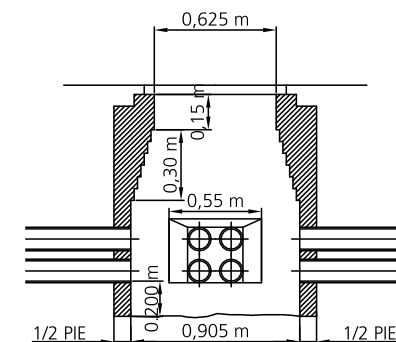
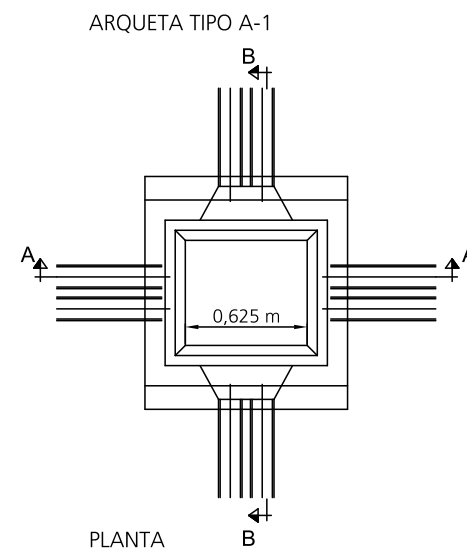


MARCO DE FUNDICION

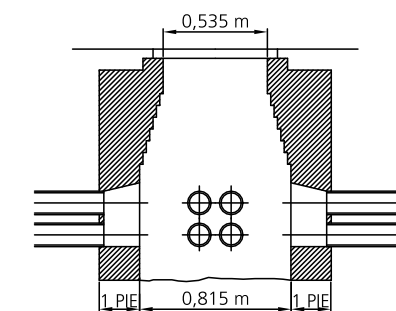


DETALLE:
 PROFUNDIDAD DE ENCASTRAMIENTO A=54 +/- 1 mm
 HOLGURA a1=2/5 mm
 SE PONDRÁ UNA ARQUETA CADA 40 m. EN ALINEACIONES, UNA CADA CAMBIO DE DIRECCIÓN Y ANTES Y DESPUÉS DE CRUZAMIENTO CON VIALES, ARROYOS, ETC.,....
 LA PROFUNDIDAD (COTA A = 1.30 m), EL N° DE TUBOS VENDRÁ DETERMINADO POR EL PLANO DE CANALIZACIONES.

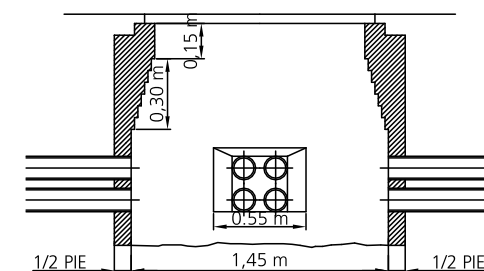
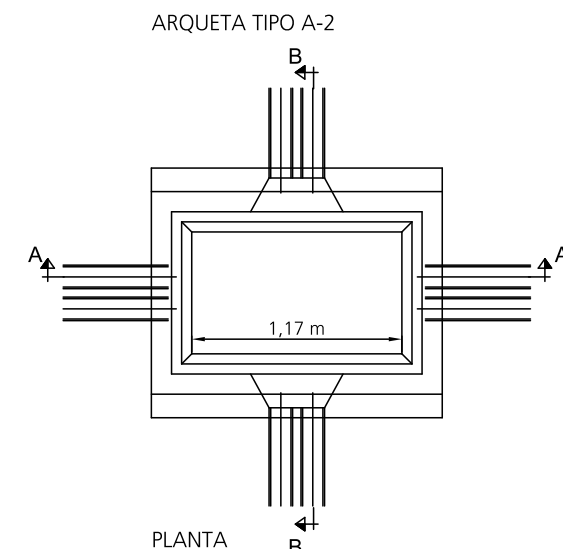
NOTA:
 LAS ARQUETAS SERÁN PREFABRICADAS DE HORMIGÓN SEGÚN NORMA ONSE-01.01.16B



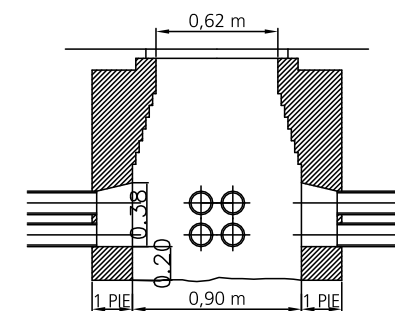
SECCION A-A



SECCION B-B

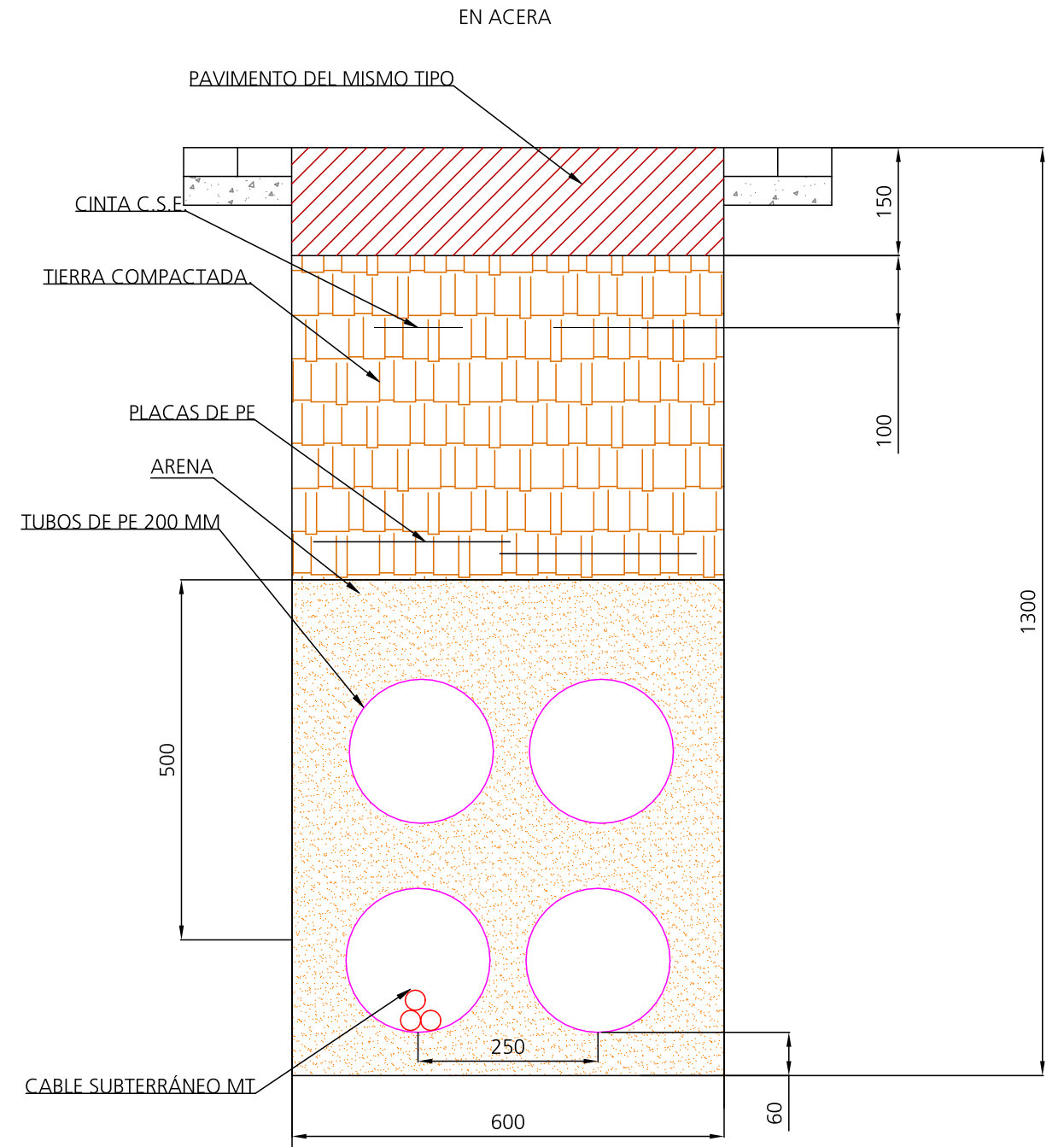
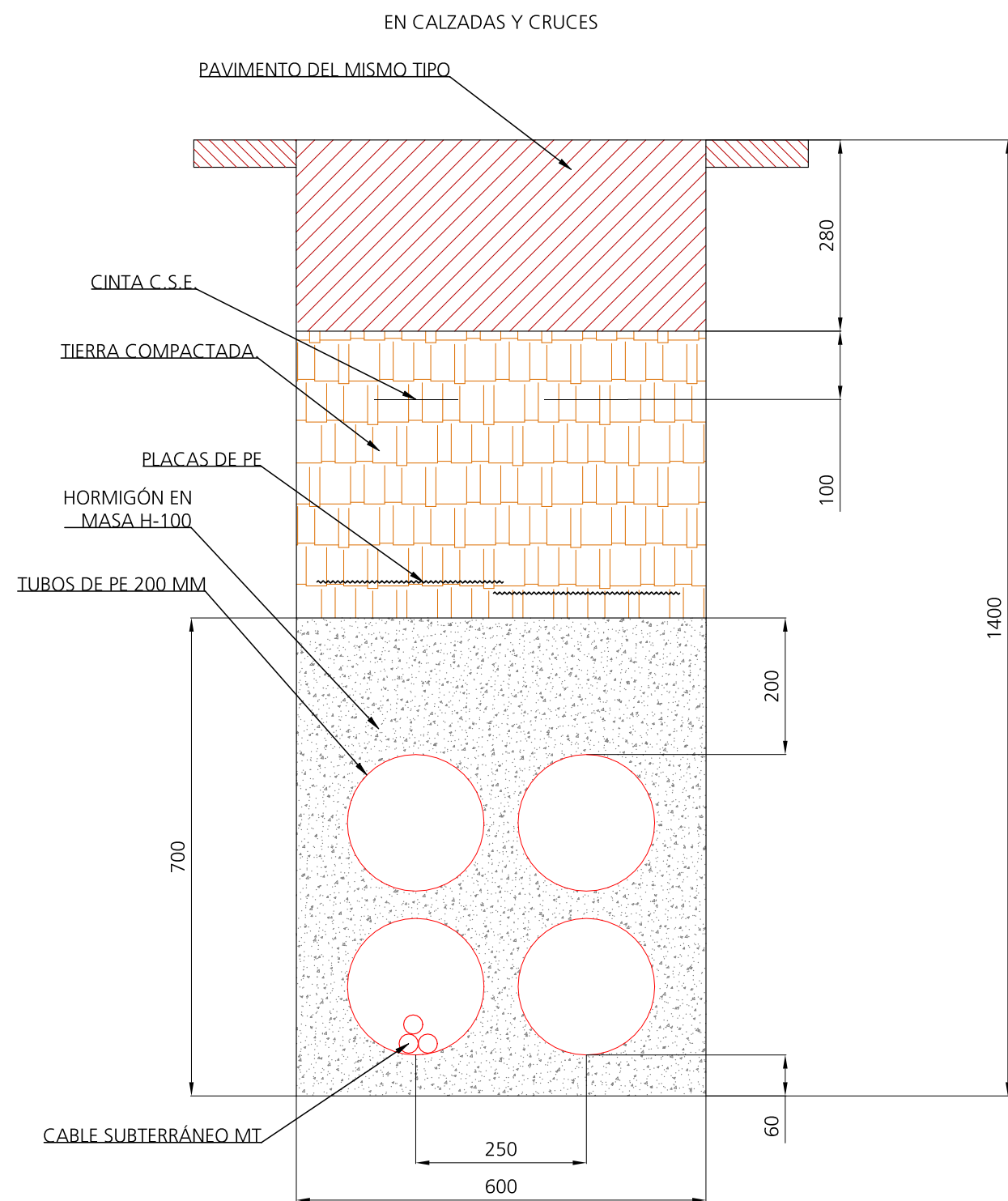


SECCION A-A

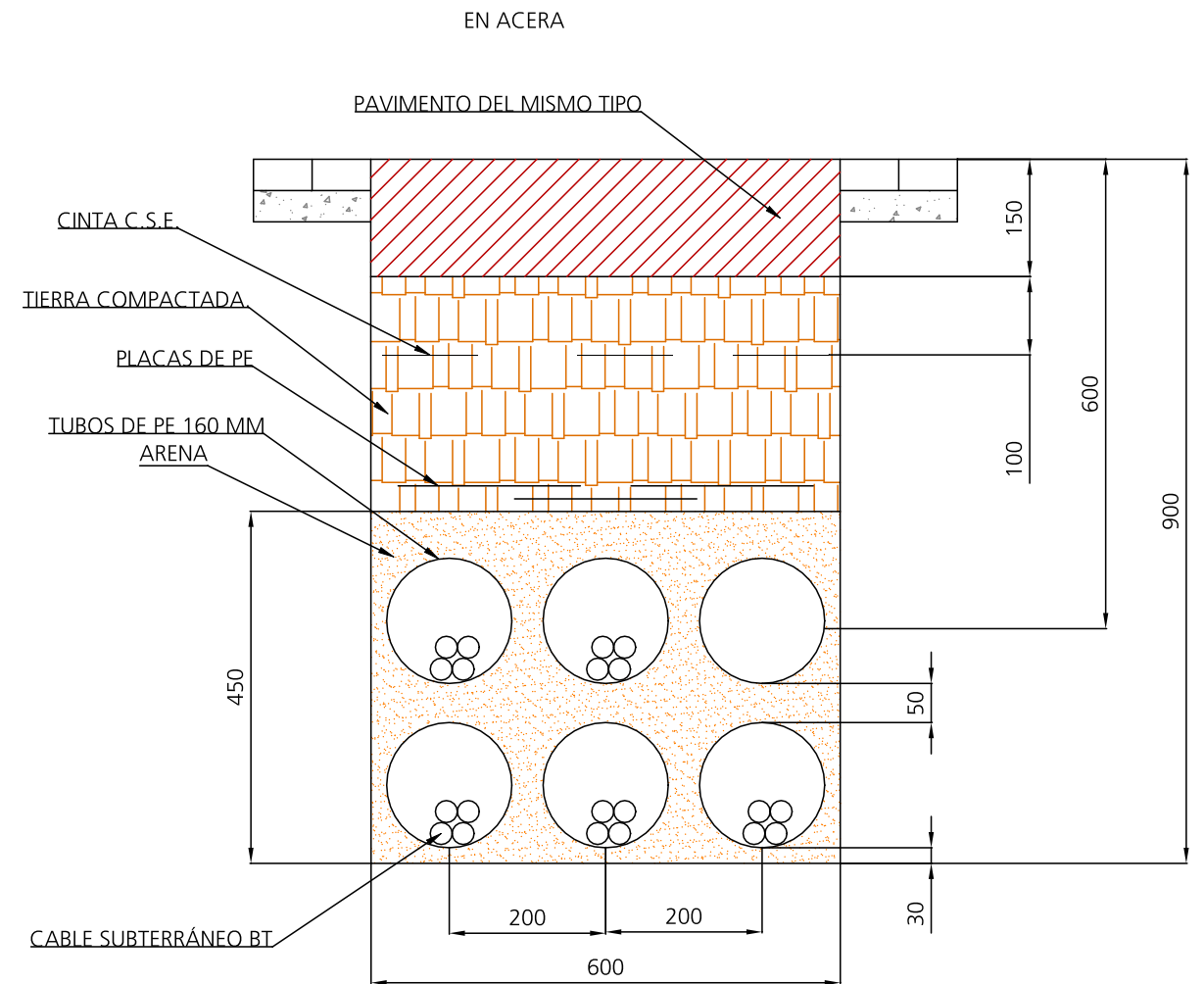
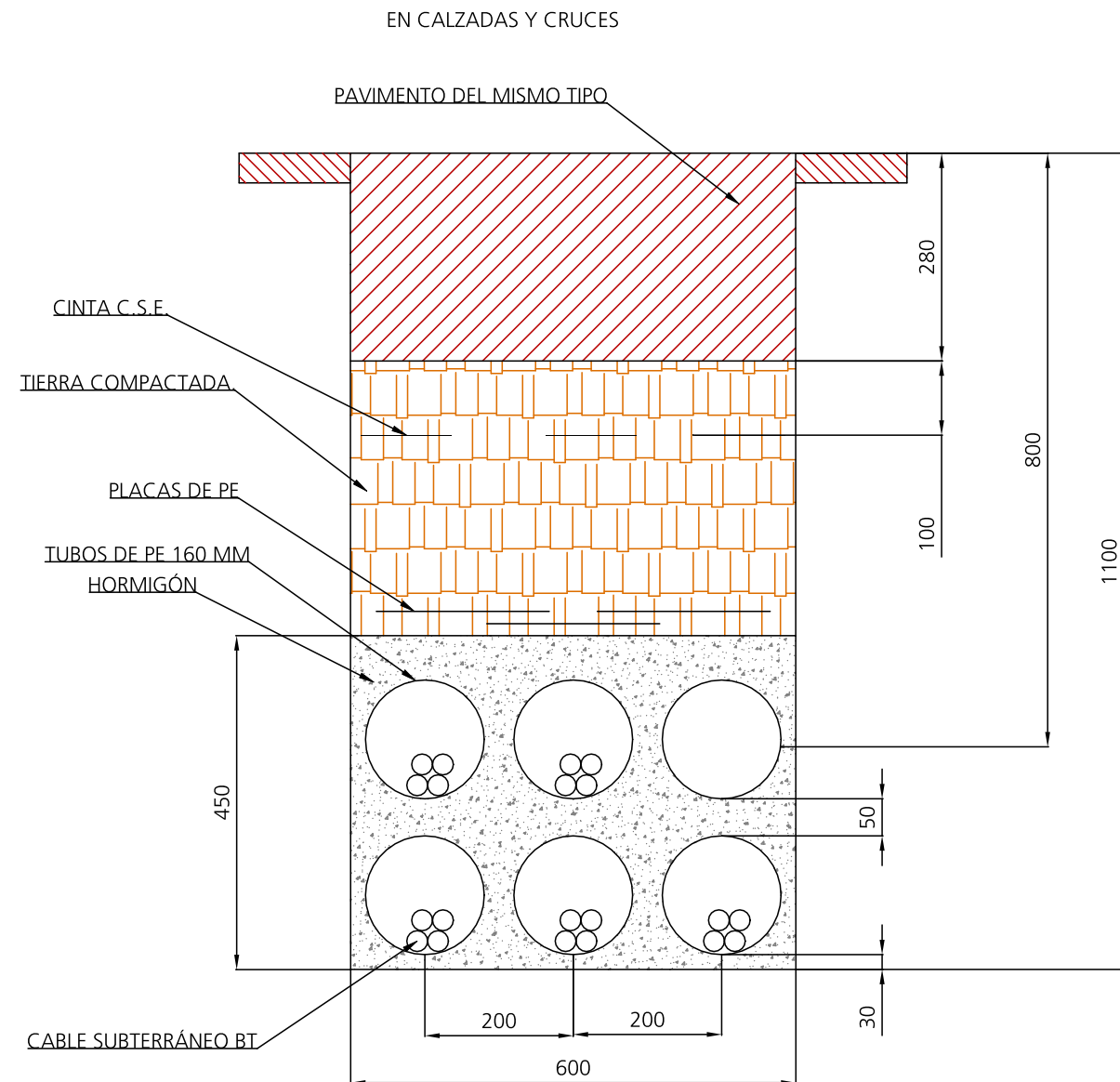


SECCION B-B

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO				
COMPROBADO				
ESCALA:	Electrificación de un polígono Industrial			N° PLANO 13
	Arquetas A1 y A2			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO				
COMPROBADO				
ESCALA:	Electrificación de un polígono Industrial			Nº PLANO 14
	Canalización 4 tubos			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



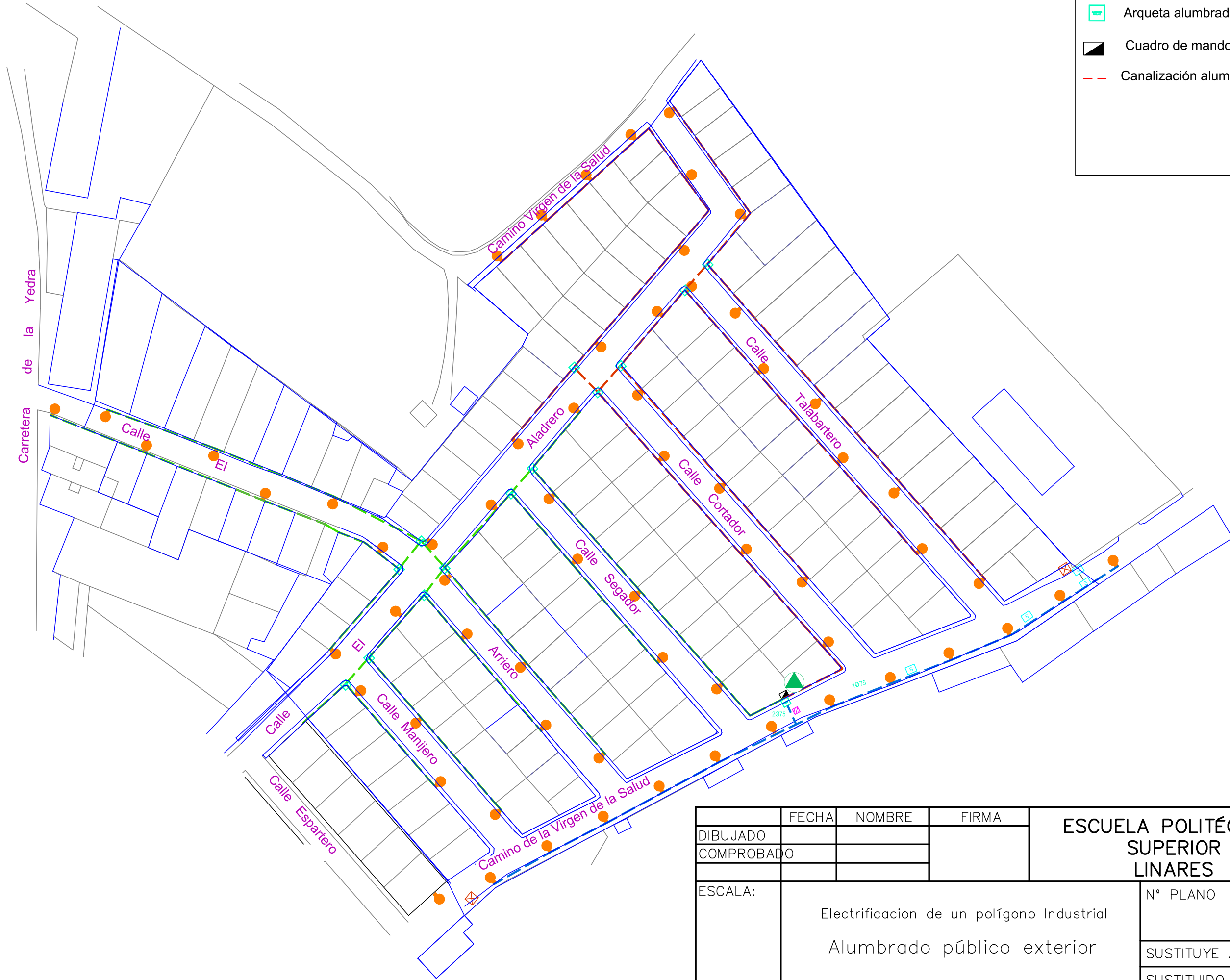
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO				
COMPROBADO				
ESCALA:	Electrificación de un polígono Industrial			Nº PLANO 15
	Canalización 6 tubos			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

BGP352 T25 1xGRN40-3S/830 DN

Arqueta alumbrado 40x40 cm

Cuadro de mando

Canalización alumbrado público



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO					
COMPROBADO					
ESCALA:	Electrificación de un polígono Industrial Alumbrado público exterior				Nº PLANO 16
					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:

Documento 4

PLIEGO DE CONDICIONES

4. PLIEGO DE CONDICIONES

4.1 Objeto

Este Pliego de Condiciones establece los requisitos a los que se debe adaptar la ejecución de redes subterráneas de M.T. hasta 36 kV, así como los centros prefabricados de Superficie y a redes de distribución en baja tensión, destinados a formar parte de la red de distribución de EDE y cuyas características técnicas estarán especificadas en el Proyecto.

Este Pliego de Condiciones será de aplicación para las instalaciones construidas por EDE como para terceros que serán cedidas a EDE posteriormente.

4.2 Alcance

El Pliego establecerá las Condiciones para la realización de instalaciones y cualidades de la misma para ejecutar redes subterráneas de media tensión hasta 36 kV, así como a centros de transformación Edificio Prefabricado de Superficie en Media Tensión hasta 36 kV y a redes de distribución en baja tensión, con el objetivo de garantizar:

- Seguridad y bienestar para personas
- Protección del medio ambiente
- La calidad en la ejecución
- La minimización del impacto medioambiental y las reclamaciones de propiedades afectadas

4.3 Disposiciones generales

El Contratista debe de cumplir estrictamente todas aquellas leyes de carácter social vigentes tales como la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez y también Seguro de Enfermedad.

El Contratista deberá estar clasificado en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto por orden del ministerio de Hacienda. Esto se deberá de fijar en el Pliego de Condiciones Particulares.

4.4 Condiciones facultativas legales

Las obras del Proyecto se cumplirán por lo expuesto en:

- 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 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba 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 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Normas particulares y de normalización de la Compañía Suministradora

4.5 Seguridad en el trabajo

El Contratista deberá cumplir rigurosamente todas las condiciones que se exponen en el pliego de condiciones y cuales serán de pertinente aplicación.

Se deberán de procurar tener siempre unas condiciones de seguridad para el mantenimiento de herramientas de trabajo, instalaciones o materiales que se precisen.

Se deberá de evitar el uso de ropa con partes metálicas y no se deberán usar objetos de metal mientras que los técnicos trabajen sobre líneas o aparatos que se puedan encontrar en tensión, o bien exista tensión en su cercanía. Los elementos que se utilicen no deben de ser metálicos ni de ningún elemento capaz de conducir la corriente, mientras que los operarios deberán de llevar calzado aislante.

El operario estará obligado a utilizar todos los elementos de protección individual (EPI) como serían gafas, guantes o casco ,entre otras, para garantizar su seguridad pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si cree conveniente que el personal está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir la finalización del trabajo de cualquier operario que por imprudencia temeraria pudiera ser capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir a la empresa contratista en cualquier momento que presente la documentación acreditativa de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social.

4.6 Seguridad pública

El Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias en la realización de operaciones y también usos de equipos para la protección. Los accidentes que ocurran durante la realización de la obra estarán bajo su responsabilidad.

Los seguros del contratista deberán de cubrir de manera suficiente a él y también a los diferentes empleados u operarios frente a responsabilidades ocasionadas por daños, responsabilidad civil...etc. De manera que no podrá incurrir por consecuencia de los trabajos.

4.7 Organización del trabajo

Se obligará a que los trabajos se deben de realizar de la manera más eficiente para poder perfeccionar la ejecución del proyecto. Las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del director de obras al amparo de las siguientes condiciones:

4.7.1 Datos de la obra

Se entregará una copia de planos y pliegos de condiciones del Proyecto, tantos sean necesarios como datos para la ejecución total de la obra. Podrá realizar una copia de la memoria, presupuesto o los diferentes anexos, y también, segundas copias del resto de los documentos.

Se hará responsable de la conservación y cuidado de los documentos originales de donde se realicen las copias, que después, serán devueltos los documentos originales al director de obra para ser utilizados.

Una vez finalizada la obra, en un plazo no superior a 2 meses, el contratista deberá de actualizar los diferentes planos y documentos existentes para que dicha obra concuerde con las características de la obra terminada. Se le entregará al director de obra dos expedientes completos en relación con los trabajos realizados en la realidad.

Nel contratista no podrá realizar ningún tipo de modificación o alteración de las características fijadas en el proyecto, a no ser que se autorice por parte del director de obra de manera escrita.

4.7.2 Replanteo de obra.

El Director de Obra deberá hacer el replanteo las obras y deberá siempre prestar más atención en los puntos especiales para entregar la contratista las referencias y datos necesarios para fijar su ubicación. Se realizará un acta para corroborar los datos entregados que deberá estar firmada por el director de obra y el contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

4.7.3 Variaciones y mejoras.

Se considerarán como variaciones del proyecto aquellas que el director de obra halla expuesto por escrito y se halla fijado un precio antes de su ejecución. Las obras que se encuentren dentro de los precios adjudicados podrán ser realizadas por otro personal que no sea el contratista.

4.7.4 Recepción del material

Se realizará un mutuo acuerdo entre el director de obra y el contratista para aprobar que el material utilizado permitirá un uso correcto del mismo. Será responsabilidad del contratista la conservación y vigilancia del material utilizado por su cuenta.

4.7.5 Organización

El Contratista aceptará todas las responsabilidades y estará obligado a realizar el pago de salarios y cargas establecidas en cualquier norma legislativa, decretada u ordenanza sobre los particulares durante la ejecución de obra.

Estará a cargo del contratista la responsabilidad de la seguridad contra accidentes de todo lo estipulado o descrito en el pliego de condiciones, la diferente organización de obra y de donde procederán los materiales usados. Se deberá de informar siempre al director de obra de toda la organización y explicar la relación con los datos externos

Cuando las obras son de una administración, se deberá dar diariamente explicación al director de obra para la realización de cualquier tarea, como por ejemplo seria la compra de materiales, alquiler de elementos, gastos...etc. Para la realización de la tareas anteriores mencionadas, se deberá solicitar al director de obra su aprobación cuando el precio de compra supere el 5 % de los precios normales del mercado. Se deberá obtener

respuesta dentro de los 8 días posteriores tras su petición. Para casos de extrema urgencia, estos se podrán dar posteriormente.

4.7.6 Facilidades para la inspección

El Contratista aportará todo tipo de facilidades para realizar replanteos, mediciones o todo tipos de actividades relacionadas para poder comprobar que se cumplen lo establecido, que se deberá permitir el acceso a todas las partes de la obra o incluso lugares relacionados donde sea necesario acceder para la realización de trabajos.

4.7.7 Ensayos

Se deberá corroborar la calidad de los materiales que se van a utilizar a través de diferentes ensayos u análisis para que se verifique que cumplen lo establecido. Esto se verificará por parte de la Dirección Técnica o laboratorio donde se emitan las pruebas. Todos estos gastos de análisis están a cuenta del contratista.

4.7.8 Limpieza y seguridad en las obras

Se deberá mantener siempre las obras limpias y también los alrededores a la misma de los diferentes desperdicios como serán los escombros. Se desecharán las instalaciones provisionales que no sean necesarias para la continuación de la obra para obtener un aspecto aceptable para la dirección.

Se deberán de evitar los accidentes que se ocasionen por deficiencia de las mismas. Se deberá de alumbrar los diferentes puntos de trabajo de manera que se puedan realizar de manera segura y no ocasionen un riesgo para los técnicos.

4.7.9 Medios auxiliares

No se podrán abonar sumas cantidades de dinero que no estén especificadas en el presupuesto establecido en el proyecto, ya que dichas cantidades se suponen que están incluidas en las partidas ya descritas.

4.8 Ejecución de obras

El proyecto determinará la ejecución de las obras y las condiciones a las que se deberá de someter según el pliego de condiciones además deberá estar de acuerdo con las especificaciones técnicas.

Sólo el director de obra podrá realizar alguna modificación de cualquier tipo tanto como en la ejecución de la obra según el proyecto o las especificaciones técnicas pertinentes. Esto estará sujeto siempre a lo indicado por el Director de obra según en la situación en la que se encuentre.

Estará a cargo del contratista la necesidad de personal ajeno a este para el control administrativo que la obra necesite.

Será necesario que se tenga al frente un técnico con suficiente experiencia en la realización de obras que se encuentre a juicio del director de obra.

4.8.1 Subcontratación de las obras

Se podrá realizar diferentes unidades de obras por un tercero siempre y cuando no se especifique en las condiciones que debe de ser el adjudicado de la obra quien debe de realizarla en su totalidad.

Los diferentes subcontratación de servicios deberá cumplir los siguientes requisitos:

- a) Se debe de informar al director de obra de manera escrita para que sea consciente y apruebe las partes de la obra que se va a realizar por parte del subcontratado y condiciones económicas.
- b) No se debe de exceder de la subcontratación de trabajos a terceros cuando el valor de presupuesto sea igual o superior al 50 % del presupuesto total de obra principal.

En cualquier caso, el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

El contratista y el subcontratado no deberán vincularse ni reconocer ninguna obligación entre ellos. Además, que la subcontratación de los trabajos no hará que se elimine responsabilidad obligatoria del contratista que se especifica anteriormente.

4.8.2 Plazo de ejecución

Los plazos de ejecución se comenzarán a aplicar cuando se realice el replanteo. Estos plazos serán de obligado cumplimiento para la ejecución de la obra y no se podrán prorrogar.

Se podrá realizar modificaciones en los plazos siempre y cuando el director de obra así lo determine que podrá ser ocasionado por modificaciones en la realización de obras y dicha modificación dependerá de ello.

Si por cualquier causa no consecuente por el contratista fuera imposible empezar los trabajos en el día previsto, o estos tuvieran que ser suspendidos, se dará una prórroga necesaria obligatoria.

4.8.3 Recepción provisional

Cuando las obras estén concluidas y superado un plazo de 15 días posteriores, se realizará la recepción provisional por parte del contratante. Esta recepción se realizará estando presentes tanto el director de obra como el representante de la empresa contratante para figurar constancia de que se está conforme en la realización de la obra. Esta acta será firmada por el director y contratista para dar la obra como recibida si esta ha cumplido lo especificado en las condiciones técnicas y pliego de condiciones especificado. Una vez recibida se contará con un plazo de garantía.

Si por el contrario, la obra no es aceptada y recibida por el director, se hará constar también en acta y se deberá de indicar al contratista las indicaciones necesarias de modificación de los defectos señalados. Para ello se deberá de fijar un plazo de ejecución que deberá de ser respetado. Las obras extras realizadas por el contratista para la modificación de la obra principal irán a cargo del contratista, en el caso de no cumplir con estas modificaciones, el contratista podrá ser rescindido del contrato pudiendo perder la fianza.

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

4.8.4 Periodos de garantía

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción. Hasta el momento en el que se realice el acta de recepción definitiva, el contratista será el responsable de conservar la obra.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

4.8.5 Recepción definitiva

Cuando concluya el plazo establecido en el contrato o una vez pasado un plazo de 6 meses desde la recepción provisional de obra se podrá dar como concluido el plazo de recepción definitiva. Deberá de levantarse un acta entre ambas partes para dar su conformidad a la obra.

4.8.6 Pago de las obras

Se realizarán pagos de las obras sobre certificaciones parciales que se ejecutarán de mes en mes. Será certificado las diferentes unidades de obra que se den por finalizadas y se encuentren dentro de los plazos de ejecución correctos. Se valora la relación que figura según los precios del presupuesto, reducidos en un 10 % para su pago cuando estos sean comprobados en la finalización de la obra.

El contratista deberá contemplar la mediciones ocultas y advertir al director de obra para que sea consciente de las mediciones, gastos de replanteo, inspecciones y teniendo en cuenta los gastos que se originen por dichas actividades. Se deberá comprobar y aceptar ambas partes en un periodo no superior a 15 días.

4.8.7 Abono de materiales acopiados

Cuando no exista peligro de desaparición o deterioro de los materiales se deberá de abonar en relación con el precio establecido en el presupuesto de la adjudicación. El material será reflejado en el Acta de entrega entregada al director de obra en lugares indicados y en el plazo establecido.

El contratista se hará cargo de la reposición de bobinas vacías en un periodo de un mes. El retraso que se ocasione en su reposición o deterioro será a cargo del contratista que deberá ocuparse también de los gastos suplementarios.

4.9 Características generales y calidades de los materiales

Los materiales deberán cumplir con las especificaciones que les correspondan, con las Recomendaciones UNESA, y con las normas de Endesa Distribución, aparte de lo que al respecto establezca el presente Pliego de Condiciones.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique la Dirección de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares. Dichos materiales deberán de ser aceptados por el director de obra antes de su utilización.

Genéricamente la instalación contará con los elementos que se detallan a continuación, cada uno con su Norma EDE de referencia

-Protecciones

-Transformadores

-Envolvertes:

-Cuadros de BT

-Sistema de Telemando

-Aparamenta MT

-Conductores MT

Las tipologías de materiales a utilizar, sus especificaciones técnicas, el cumplimiento de las normativas y los ensayos realizados para cada material se describen en las Normas EDE referidas.

4.9.1 Aceptación de los equipos

El Director de Obra se asegurará de que los materiales, productos, sistemas y equipos que formen la instalación eléctrica estén homologados y sean de marcas que aseguren su calidad y se encuentren certificados según la normativa actual.

Los ensayos o pruebas que se realicen para la comprobación de las características de los materiales serán verificadas por el director de obra o bien, el laboratorio oficial que realizará las pruebas necesarias. El resultado de estas pruebas será añadido por el acta de recepción de materiales, donde se especificarán las cantidades y materiales a utilizar.

Recibir y comprobar que los materiales son los encargados por el solicitante y que provienen del fabricante pertinente cumpliendo todo lo encargado y que lleguen en perfecto estado será una tarea del contratista. Su vigilancia y conservación también será por cuenta del contratista.

Bajo ningún concepto se podrán utilizar los materiales a instalar como elementos auxiliares tales como palancas o arriostramientos.

4.10 Condiciones técnicas de ejecución de líneas eléctricas subterráneas de Media Tensión.

4.10.1 Ejecución de la obra

4.10.1.1 Trazado

Se deberá de señalar las zonas donde se pretenden abrir las zanjas, determinando su anchura y longitud. En el caso de que se conozcan las ubicaciones de la acometidas que se instalarán para las fincas necesarias se deberán tener en cuenta las precauciones necesarias. Se deberá a su vez señalar, si procede, señalar y delimitar los pasos que sean necesarios para la circulación de personas o vehículos, evitando que estas puedan ser afectadas por algún accidente.

Se deberá de tener en cuenta el radio mínimo que se debe de dejar en las curvas según la sección del conductor que vaya a ser canalizado. Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en las curvas según a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

4.10.1.2 Demolición de pavimentos

Se efectuará con medios manuales o mecánicos, trasladando a vertedero autorizado los cascotes y tierras sobrantes.

Para cumplir la normativa sobre emisiones de ruido en la vía pública deberá cumplirse, para ello, los martillos neumáticos, compresores entre otras herramientas utilizadas deberán de ser insonorizados.

Se realizará un corte rectilíneo cuando se esté realizando la demolición en hormigón o mortero asfáltico de una anchura 5-10 cm superior a la anchura de la zanja tipo.

4.10.1.3 Aperturas de zanjas

Antes del inicio de la obra se obtendrá un plano de afectaciones de los diferentes servicios que pueden ser afectados en la realización de obras, cualquier daño que se ocasione a esta instalación estaría bajo la responsabilidad del promotor.

Se realizarán catas para la comprobación de los servicios existentes actuales y para ubicar por donde se colocarán los tendidos. Se debe de tener en cuenta el radio mínimo de curvatura especificado para los cambios de dirección.

Las paredes serán en sentido vertical hasta alcanzar la profundidad preestablecida, aunque esta profundidad podría ser mayor para asegurar que la nueva línea de MT se encuentre fuera de peligro. Se dejará un mínimo de espacio de 50 cm para evitar derrumbes de zanjas y que las personas puedan atravesar dichas zanjas.

Se deberán no tapar los registros de servicio como gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas que se encuentren instalados en la zona. Además, se tendrá que conservar parques o jardines conservando una distancia mínima.

Siempre y cuando se realicen trabajos en la vía pública se deberá de delimitar la zona y se realizarán los pasos necesarios para la movilidad de personas y vehículos. Cuando sea necesario restringir la movilidad, se deberá obtener una autorización para realizarlo.

Si el tráfico permite colocar planchas de hierro sobre las zanjas, estas zanjas no deberán porque de ser tapadas, ya que deben de estar fijadas al suelo. Las dimensiones de estas zanjas serán las indicadas en el proyecto.

4.10.1.4 Canalizaciones

Las zanjas previstas de construir están dirigidas en paralelo a la dirección que presentan los bordillos, a una distancia que proteja a los obreros de futuras construcciones o canalizaciones de recogida de agua.

En el caso de tubulares directamente enterrados estos se un instalarán sobre y recubiertos de arena, cuyas dimensiones serán las indicadas en el proyecto. Esta arena será modificada en el caso de que existiera algún problema con el material.

Para tubos en dado de hormigón las embocaduras se dispondrán para evitar posibles rozamientos cuando se realice la instalación del tendido. En el fondo del tendido se recubre con una capa de 6 cm de lechada de hormigón.

Los tubos serán bloqueados con hormigón de resistencia de 200 kg/m³ evitando la lechada en el interior de los tubos por los ensambles. Una vez terminada la tubular se procede a la limpieza interior de la canalización.

El hormigón de esta tubular no debe estar en contacto con la rodadura porque podría favorecer el transporte de vibraciones, para evitar dicha transmisión se debe de colocar una capa de arena que amortigüe. Los tubos quedarán sellados por espumas y otros elementos.

Se deberán de instalar las diferentes zanjas según los diferentes cables según la tensión que transportan, siendo instalados a profundidades diferentes. Se instalarán pozos de escape para tramos largos de canalización.

4.10.1.5 Transporte y almacenamiento de los materiales a pie de obra.

Trazado

El transporte y manipulación de los materiales se realizará de manera que no provoquen deformaciones permanentes y evitando golpes o daños que puedan deteriorarlo. No se permitirá en el acopio que el material se encuentre en contacto con el suelo.

Las bobinas se transportarán siempre de pie. Para su carga y descarga deberán embragarse las bobinas mediante eje de acero alojado en el orificio central. El estrobo no deberá adherirse contra la bobina, para lo cual se dispondrá de separadores de los cables.

La bobina se desplazará según lo establecido, girándola en sentido de rotación que se preestablece y así, se evitará que se desaloje el conductor. Cuando se deba de almacenar la bobina que ya ha sido utilizada parte de ella, se deberá de sellar los extremos de los cables mediante capuchones que impedirán daños en el conductor.

4.10.2 Tendido de cables

Emplazamiento de las bobinas para el tendido

Se colocará la bobina de tal manera que la salida se efectúe por la parte superior y de manera que el cable no se quede forzado cuando se realice el tendido. Se elevarán unos 10 o 15 cm dichas bobinas son gatos mecánicos y la barra de dimensiones alojada en el centro. La base debe ser lo suficiente grande como para asegurar que la bobina durante su rotación.

Ejecución del tendido

Si la temperatura ambiente es inferior a cero grados no se permitirá el tendido del conductor por culpa de la rigidez que toma el aislamiento del conductor.

En todo momento, los cables se encontrarán estar sellados con capuchones que impidan la humedad u asegure la estanquidad de los conductores.

Los conductores deberán estar siempre desenliados y colocados en su sitio con la mayor prevención y eliminando daños posibles que se puedan dar en dicho conductor. En ningún caso la curvatura debe ser inferior a los valores establecidos según la normativa vigente y según el conductor seleccionado.

El deslizamiento del cable se favorecerá gracias a rodillos preparados para la acción. Estos rodillos facilitarán el rodamiento y reducir el esfuerzo de tiro. Tendrá una base propia que impedirá que vuelque en cualquier caso y por la garganta se tenderá el conductor. Para su colocación, se estudiarán ciertos puntos, donde existirán cambios de dirección y proporcionando otros tendidos para evitar el daño del conductor también en el desplazamiento vertical.

En general el tendido de los conductores se realizará a través de dispositivos mecánicos. Sólo en líneas de pequeña entidad se permitirá el tendido manual y, en cualquier caso, será obligatorio el uso de cables piloto.

Las máquinas de tiro estarán accionadas por un motor autónomo, dispondrán de rebobinadora para los cables piloto y de un dispositivo de parada automática.

Las máquinas de frenado dispondrán de dos tambores que permiten el enrollamiento del conducto, el diámetro no será inferior a 60 veces el conductor elegido para la instalación.

Los cables piloto para el tendido serán flexibles, antigiratorios y estarán dimensionados teniendo en cuenta los esfuerzos de tendido y coeficientes de seguridad correspondientes según cada tipo de conductor. Se unirán al conductor mediante manguitos de rotación para impedir la torsión.

Para permitir la fijación del cable a la cuerda piloto del tren de tendido la guía del extremo se colocará una mordaza tiracables a la que se sujetará la cuerda piloto. Las mordazas se compondrán por un disco taladrado por donde transcurrirá los conductores. El conjunto quedará protegido por una envolvente.

La tracción para el tendido tendrá un mínimo necesario para que pueda vencer a la resistencia del freno de la máquina. Se mantendrá constante durante el tendido de los conductores y esta no superará a 3kg/mm^2 . Cuando esta tracción máxima se calcula, se colocará en ese punto el disparo del dinamómetro.

Durante el tendido será necesaria la utilización de dispositivos para medir el esfuerzo de tracción de los conductores en los extremos del tramo cabrestante y freno. El del cabrestante tendrá un máximo y mínimo para un dispositivo de parada automatizado cuando se produzcan elevaciones o disminuciones anormales de las tracciones de tendido.

Cuando se vayan a realizar los empalmes de los conductores que se han canalizado se solaparán en la longitud. Se tomarán medidas para no dañar otros servicios por culpa de las obras de canalización, en el caso de que surgieran algún daño, este debe de ser subsanado.

4.10.2.1 Protección mecánica y señalización

Se protegerá el conductor de manera mecánica mediante placa de polietileno como se indica en los planos correspondientes y solamente para cable en tubo directamente enterrado.

Adicionalmente, los conjuntos de cables estarán señalizados gracias a una cinta de atención que se sitúa a la distancia indicada.

4.10.2.2 Reposición de pavimentos

Para la reposición de pavimentos de aceras o calzadas se realizará con unas condiciones técnicas que garantice una perfecta realización. El pavimento se realizará según la forma que tenga el acabado existente antes de la realización de la obra. Sin embargo, para losetas se reponen cada unidad completa, siendo inapropiado la reposición simplemente de una parte.

Se deberá de extender toda la reposición en toda la superficie en el caso de aceras de aglomerado.

4.10.2.3 Empalmes y conectores

Para realizar empalmes y conectores se debe de seguir un procedimiento ya establecido por los fabricantes aceptados por EDE. Deben realizarse en tramos rectos del cable.

El operario que realice el empalme o terminación, deberán conocer y tendrá disponible la documentación para su posterior ejecución prestando especial atención en los siguientes aspectos:

- Dimensiones de los pelos de la cubierta, siendo esta semiconductora interna o externa cubierta, del pelado de cubierta, siendo de aislamiento semiconductor externa e interna.
- Utilizar de manera correcta manguitos y engaste.
- Limpieza
- Se proporciona calor en termo retráctiles y su posterior realización correcta.

Tras realizar las conexiones, se conectará a tierra las pantallas metálicas.

4.10.2.4 Señalización de la obra

Se debe de señalizar todas las zonas donde se va a trabajar, se realizará dependiendo del estudio de seguridad y salud que presenta el proyecto, además de toda la normativa que se recoge en el plan de seguridad que efectúa el propio contratista. Este plan deberá realizarse y ser aprobado por el técnico de seguridad responsable de la instalación.

Los elementos de protección que se utilicen para señalizar se deberán de conservar en un correcto estado además de cumplir su función principal.

4.10.2.5 Ensayos conductores

Respecto a la anterioridad de la puesta en servicio de las líneas subterráneas de Media Tensión se ensayarán los conductores de acuerdo a lo indicado en la ICT-LAT 05 y 06.

Las condiciones técnicas para su ejecución y montaje de centros prefabricados superficie.

4.10.3 Recepción de obra

Como ya se ha indicado anteriormente, durante el desarrollo de las obras de construcción, EDE realizará las visitas oportunas para la comprobación de ejecutar el trabajo y la inexistencia de vicios ocultos en la obra.

Con carácter general se verificará la realización total de las instalaciones, prestando especial atención a los siguientes aspectos:

- Dimensiones de la zanja.
- Dimensiones y número de tubos.
- Paralelismo y cruzamientos
- Transporte y acopio de bobinas.
- Tendido de conductores mediante dispositivos mecánicos.
- Protección y señalización.
- Ejecución de terminaciones y empalmes.

4.11 Condiciones técnicas de ejecución y montaje de centros de transformación prefabricados superficie.

4.11.1 Realización de los accesos

Los caminos que se efectúen para el acceso al CT se harán de manera que el terreno sufra la menor alteración posible. Cada acceso será acordado previamente con los propietarios.

Está prohibido la alteración de escorrentías naturales de agua, o eliminar la mínima capa de tierra que permita enmascarar de manera natural. Si el terreno tiene unas características determinadas, se deberá canalizar el agua para evitar que se produzcan acumulaciones de agua.

No está permitido que el contratista sin autorización previa del director de obra pueda iniciar las obras de accesos para el transporte de materiales y maquinaria necesaria. En la realización de estos accesos se debe respetar:

- Se debe de ajustar a la forma natural del terreno.
- Las tierras sobrantes se trasladarán al vertedero.
- Se deberá evitar superficies planas en su totalidad.
- Se debe de conseguir la reestructuración vegetal según el entorno natural.
- Se debe de quitar la tierra vegetal y una vez finalizados los trabajos, reutilizar esta tierra para extenderla posteriormente.
- No se deberá alterar la red de drenaje en la realización de caminos que puedan ocasionar procesos de erosión y conservar duración y estabilidad.

Para ello se intentarán realizar obras de drenaje artificiales para evitar dicha concentración de agua mediante redes desagües o cunetas.

- Queda prohibido abandonar residuos de cualquier tipo o objetos inherentes por el medio ambiente.

4.11.2 Excavación y explanación

La explanación consiste en poner a nivel todos los terrenos donde se va a realizar la obra para conseguir que toda la instalación tenga una correcta ubicación. Añade además la utilización de herramientas o también la extracción de tierras sobrantes para conseguir dicha acción. La magnitud de esta explanación variará según los planos del proyecto a expensas de la autorización del director de obra.

En ubicación del CT deberá estar compactado el terreno en un grado superior al 90 % para los materiales de relleno, cumpliendo así el ensayo de Próctor Modificado. Siendo la presión máxima que ejerce el CT de 1kg/cm^2 .

Se realizará la excavación del foso con las medidas indicadas según la función del modelo de Edificio a instalar.

Una vez realizada la excavación, y en primer lugar, se realizará el electrodo de puesta a tierra que se compone por un anillo conductor de 50 mm^2 Cu y las picas colocadas según la resistencia del terreno.

Se preparará un terreno con solera de hormigón que permita soportar los esfuerzos verticales provocados por el peso del EP. Deberá tener una capa de arena mínima de un espesor de 15 cm.

La solera deberá cumplir :

- Hormigón armado de 25 N/mm^2 , con malla electrosoldada de barras de acero corrugadas de $\varnothing 4\text{ mm}$ y cuadro de $20 \times 20\text{ cm}$.
- Grosor de mínimo 15 cm
- Las dimensiones deberán de ocupar todo el EP y puede sobresalir como mínimo 40 cm por lado. Deberá instalarse tubos para poder conectar la puesta a tierra del EP.

Siempre que el desarrollo urbanístico del entorno lo permita, se hará una acera perimetral de 1 m de ancho o mínimo en el acceso del CT para tener un terreno de resistencia superficial elevada y siendo esta una medida de seguridad.

En la excavación se tendrán presentes las siguientes instrucciones generales:

Cuando al realizar la excavación, el Contratista observe que el terreno es anormalmente blando, se encuentra en terreno pantanoso o aparece terreno de relleno, deberá indicarlo al técnico encargado de la obra por si fuere preciso aumentar las dimensiones de la excavación. Análogas consideraciones se tendrán en cuenta en caso de aparición de agua en el fondo de la excavación, cuando el hoyo se encuentre muy cerca de un cortado del terreno, o en las proximidades de un arroyo, de terreno inundable o terreno deslizante

La excavación incorpora la apertura del hueco en cualquier terreno, retirando las tierras que sobran, limpiando así también los terrenos que lo rodean, agotando las aguas, empleo y aportación de herramientas que se utilizarán para realizar las actividades anteriores para su correcta ejecución. Nunca deberá adelantar la excavación al hormigonado para más de 10 días, evitando provocar el derrumbamiento del hoyo.

Se deberán de tapar con planchas de hierro los fosos que estén ejecutados o como los que estén en proceso para poder evitar su movimiento o cualquier caída en su interior. Encima de estas se podrán poner piedras hasta que se realice el hormigonado, mientras que los que están en proceso, deberán de taparse diariamente.

Los materiales sobrantes sobre excavación o explanación se deberán adaptar a la superficie afectada. Cuando los materiales que se sacan impidan ejecutar los trabajos, estos serán desechados en un vertedero.

Si por cualquier incidencia en construcción o factores meteorológicos pudieran provocar peligro de derrumbamiento se entibará el hoyo, debiéndose tomar las medidas de seguridad pertinentes. Si el agua pudiera entrar en el foso, deberá de ser evacuada para poder hormigonar el terreno.

El Contratista tendrá como compromiso la colocación y mantenimiento de señales y protecciones que sean necesarias para evitar caídas. El suelo se ocupará según las medidas de la instalación.

La distancia mínima a la que se trabaje en excavaciones será de 1,5 metros. Una vez concluida la excavación, se colocará el sistema de puesta a tierra.

4.11.3 Hormigones

Se emplearán, en caso necesario, preferentemente hormigones fabricados en central. Solo para casos excepcionales la mezcla de los componentes del hormigón se podrá efectuar con hormigonera, nunca a mano

La composición normal de la mezcla determinará que la resistencia es 20 N/mm² para hormigones en masa y 25 N/mm² para los armados. El tamaño máximo del árido es de 40.

HORMIGON PREFABRICADO	HORMIGON EN MASA
HM-20 (Hormigones en masa).	
HA-25 (Hormigones armados).	HM-20 y con dosificación mínima de 200 kg de cemento por m ³ de mezcla.
Cemento del tipo Puz-350 o tipo Portland P-350.	
Consistencia blanda.	Consistencia blanda.
Tamaño máximo de árido 40.	Tamaño máximo de árido 40.
Ambiente agresivo sin heladas (Designación III).	Ambiente agresivo sin heladas (Designación III).

La Dirección de Obra puede exigir la certificación de donde ha sido adquirido dicho hormigón y que características presentan. En cualquier caso, se exigirá presentar la Hoja de Suministro de la planta. Quedará prohibido el añadido de agua al hormigón.

4.11.4 Puesta del hormigón en obra

El hormigón se verterá siempre en horario diurno.

Cuando se inicie el hormigonado, no se interrumpirá el trabajo hasta que se concluya su llenado. Cuando haya sido imprescindible interrumpir dicha acción, cuando se vuelva a iniciar, se debe lavar con agua la parte interrumpida, para seguidamente barrerla con escoba metálica y cubrir la superficie. Se suspenderán las operaciones de hormigonado cuando la temperatura sean extremas.

Cuando se esperen bajas temperaturas, a 0 °C durante el fraguado, se cubrirán las bancadas con sacos, papel, paja, etc.

Cuando se esperen temperaturas superiores a 40° C durante el fraguado se regará frecuentemente la bancada.

4.11.5 Encofrados

El encofrado que se utilice presentará una superficie lisa y plana de forma que haga posible el acabado del hormigón. Dichos encofrados serán mayoritariamente de forma metálica. Dichos encofrados no se retirarán hasta superar 24 horas, ya que así se impedirá dañar el hormigonado.

Una vez desencofrado, el hormigón debería de humedecerse por el exterior durante 3 días.

4.11.6 Áridos

Las condiciones que deben cumplir para ser válidos serán que no se degradarán conforme vaya pasando el tiempo y dan garantía de que podrán ser manipulados sin que necesite añadir agua o cemento de manera adicional. Se prohíbe la utilización de los áridos sin que hayan sido aprobados por la dirección de obra.

Las cantidades máximas de sustancias perjudiciales son:

	CANTIDADES MAXIMAS EN % SOBRE EL PESO TOTAL DE LA MUESTRA	
	ARENA	ARIDO GRUESO
Terrones de arcilla	1.00 %	0.25 %
Partículas blandas		5.00 %
Finos que pasan por el tamiz 0.080	5.00 %	1.00 %
Material retenido por el tamiz 0.063 y que flota en un líquido de peso específico 2	0.50 %	1.00 %

4.11.7 Arenas

Las arenas son áridas que pueden atravesar un tamiz de 4mm de malla. Podrán ser de cualquier procedencia, aunque si proceden del mar, estas deberán ser lavadas antes de utilizarlas. No se permiten la utilización de arenas con materia orgánica que produzca un color más oscuro.

4.11.8 Grava o árido grueso

Las gravas son áridos que no atraviesan el matriz para la determinación de arenas de 4 mm. Tendrá un coeficiente forma superior a 2 .

4.11.9 Cemento

Los tipos de cemento utilizados serán PUZ-350 o Portland P-350. Si por diferentes circunstancias se podrá utilizar otros tipos de cementos o añadir diferentes aditivos para mejorar las condiciones. Deberá autorizarse por el director de obra la utilización de los mismos.

4.11.10 Agua

Se utilizarán aguas provenientes de pozos o cualquier fuente natural, aunque se prohíbe la utilización de aguas estancadas o sucias, al igual que agua de mar.

4.11.11 Control de calidad

Se centrará principalmente en la calidad que presente el hormigón como son su consistencia o resistencia.

4.11.12 Control de consistencia

Se medirá a través del asiento en el cono de Abrams que se expresa en centímetros. El cono estará presente en la obra durante todo el proceso de hormigonado.

4.11.13 Control de resistencia

El ensayo se realizará a través de probetas y tendrán que superar las pruebas a compresión durante 28 días. A través de esto, se obtendrá la resistencia estimada.

Se tomarán muestras, se conservarán y la prueba de rotura estarán a cargo del contratista ya que deberá presentar dichos resultados a la dirección de obra. Esto certificará las correctas características de material.

4.11.14 Ensayos a realizar con las gravas, las arenas y el agua

Se deberán de aportar datos que especifiquen las características de los componentes anteriormente citados, de manera que si no se aportan, se deberá exigir el ensayo de los mismos para garantizar las cualidades necesarias.

4.12 Condiciones técnicas de obra civil en líneas eléctricas subterráneas de Baja Tension.

4.12.1 Programacion de la obra.

Para la ejecución del proyecto de líneas subterráneas de baja tensión se debe de crear un análisis para los diferentes pasos a seguir y como realizarlos.

Antes de empezar la ejecución se debe de comprobar que:

- Disponer de todos los permisos necesarios para la instalación.

- Realizar un reconocimiento de todos los servicios existentes que aparecen en la zona. Se informará a los representantes de los servicios y ellos indicaran la ubicación más cercana de los servicios que puedan ser afectados.

- Establecer las acometidas de las viviendas existentes de agua o gas, para evitar el daño a las mismas.

- Se realizará un estudio de las canalizaciones y de los pasos para los accesos que sean necesarios al realizarse la obra. El contratista deberá de aportar todos los elementos necesarios para la protección de la misma antes del momento de su inicio.

4.12.2 Zanjas.

4.12.2.1 Zanjas en tierra.

4.12.2.1.1 EJECUCION

La realización dependerá de:

- a) Abrir zanjas.
- b) Colocar protección de arena
- c) Colocar cinta al cable
- d) Tapado de zanjas.
- e) Carga y transporte de las tierras sobrantes.
- f) Utilización de los dispositivos apropiados

4.12.2.1.2 APERTURA DE LAS ZANJAS.

Las canalizaciones mayormente se realizarán bajo terrenos públicos. Será lo mas recto posible y será paralelo a las aceras o paredes. Anteriormente a empezar los trabajos se dejarán hechos puentes para contener el terreno.

Previamente a la apertura de las zanjas se realizarán catas para verificar el trazado que se va a realizar. Al realizar la marcación de las zanjas siempre se tiene en cuenta el radio mínimo. Se dejará el paso de 50 centímetros entre la zanja y la extracción de la tierra que se ha sacado, así evitaremos el derrumbe.

En los pasos para entrada a garajes, casas o cualquier finca se realizarán los cruces bajo tubos siguiendo las recomendaciones antes previstas.

4.12.2.1.3 COLOCACIÓN DE PROTECCIONES DE ARENAS.

Las arenas utilizadas para la protección de calbes estará limpia, suelta y áspera. Deberá estar libre de sustancias orgánicas y arcillas. Si tuviera presencia de algún componente estas deberán de ser lavadas anteriormente. En lo bajo de la zanja se deberá proporcionar una capa de arena de 10 cm de espesor y otra por encima de 15 cm.

4.12.2.1.4 COLOCACIÓN DE LA CINTA AL CABLE.

Para cables de MT en canalizaciones se colocará una cinta de cloruro de polivinilo. Dicha cinta se tenderá a lo largo de toda la canalización por cada tubo con terna de cables unipolares. Se colocará a su vez a una altura de 30 cm para la longitud vertical en la zanja, siendo la altura mínima de esta a la superficie de 10 cm.

4.12.2.1.5 TAPADO DE ZANJAS.

Cuando se coloca la protección de los cables se rellenará toda la zanja con tierras extraídas antes de la excavación. Se deberá de presionar la zanja de manera que la capa de los 20 cm será manualmente y posteriormente, se podrá presionar manera mecánica. El tapado se hará con capas de 10 cm de espesor, siendo apisonadas y regadas de manera continua.

La cinta será colocada entre dos capas, ya que el contratista será responsable de los hundientos que se ocasionen por la mala realización de las tareas.

4.12.2.1.6 TRANSPORTE DE LAS TIERRAS SOBRANTES.

Los residuos generados por la excavación y movimiento de tierras será algo superior al que se debe de cubrir posteriormente. Esto esta ocasionado por el volumen de los diferentes materiales que se van a introducir por lo que estos volúmenes serán transportados al vertedero de residuos.

4.12.2.1.7 UTILIZACIÓN DE BALIZAMIENTO

Las obras estarán perfectamente señalizadas según las condiciones de cada organismos participantes en dicha obra.

4.12.3 Dimensiones y Condiciones Generales de Ejecución.

4.12.3.1 Zanja normal para baja tensión.

La zanja de baja tensión tendrá una anchura media de 40 centímetros y profundidad de 70 cm para aceras o tierra. La profundidad podrá ser modificada según los criterios establecidos para la realización de obra. Los cables serán tendidos en el interior de cables PE de 160mm de diámetro.

4.12.3.2 Zanja para baja tensión en terreno con servicios.

Cuando en el interior de una zanja encontremos localizados otros servicios se deberá de:

- a. Avisar a la empresa de los servicios. Se tomarán medidas para asegurar de que los servicios presentes no sufran ningún daño. Para el caso de que se tenga que modificar su ubicación se deberá de realizar con acuerdo de la empresa que sea propietaria de las canalizaciones.
- b. Se determinarán los nuevos cables a instalar de manera que se encuentre de forma paralela a los servicios existentes.
- c. Se intentará que los cables de BT vayan por encima de los cables de tensión superior y canalizaciones de saneamiento.
- d. Cuando la distancia de una canalización a una instalación de soporte de red aérea se colocará el conductor a una longitud de 50 cm. La distancia aumentará a 150 cm cuando el elemento de sujeción aérea este soportando un esfuerzo de vuelco. Si esta precaución no fuera posible de aplicar, se utilizarán protecciones mecánicas.

4.12.3.3 Zanjas en roca.

Se tendrá en cuenta todo lo mencionado en el en el apartado de zanjas en tierra. La mínima distancia de profundidad será de 2/3 de lo especificado anteriormente.

4.12.3.4 Rotura de pavimentos.

Se deberá tener en cuenta lo descrito por la rotura de pavimentos:

- a. Está prohibida la demolición del pavimento mediante maza.
- b. Cuando el pavimento sea de losas y otros materiales similares que puedan ser reutilizados, se deben de extraer con cuidado para que no se dañen. Se deberá de procurar que el pavimento nuevo sea lo mas parecido al que existía.

4.12.4 Dimensiones y Condiciones Generales de Ejecución.

El conductor irá en el interior de tubos en los casos que en la ejecución de nuestro proyecto se ha realizado toda la canalización bajo tubo, quedando un extra de reserva en:

- A) Cruce de calle o caminos
- B) Entrada de garajes públicos
- C) En lugares donde no se permita dejar la zanja abierta
- D) Lugares necesarios según proyecto.

4.12.5 Materiales.

Los materiales tendrán las mismas cualidades que las mencionadas los apartados anteriores, sin sufrir ninguna modificación extra a no se que lo permita la dirección de la obra.

4.12.6 Dimensiones y características generales de ejecución.

Los trabajos de cruces empezarán en un tiempo inferior para conseguir que todas las canalizaciones se encuentren terminadas al mismo tiempo, para así progresar al tendido del conductor. Dichos cruces serán rectos a unos 20 cm y perpendicular a la calzada.

El diámetro de cada tubo será de 16 cm, se precisaran sus detalles de hormigonado según el plano. Cuando no sea posible la realización a la profundidad que se realiza normalmente deberá ser autorizado por el director de obra.

Los tubos que se encontrarán vacíos deberán de sellarse con masilla para evitar que pequeños animales puedan dañar dicho tubo y se colocará una guía para el posterior tendido. Se deberá de prevenir acumulaciones de agua en el recorrido de la canalización instalando pozos de escape.

El hormigonado de los tubos se procederá de la misma manera ya mencionada en este pliego de condiciones anteriormente para canalizaciones de MT.

4.12.7 Tendido de cables en galerías o tubulares.

El tendido del cable deberá de facilitarse por medio de guías o tiracables teniendo en cuenta el esfuerzo de tracción mínimo que puede soportar, según lo indicado anteriormente. Se ubicará una persona en la embocadura de cada cruce debiendo conducir el cable y evitar su deterioro en el tendido. No se deberá permitir el paso de dos cables trifásicos de MT por el mismo tubo.

Como ya se indicó anteriormente en el tendido, cada fase pasará por un tubo que no podrá ser metálico, a no ser que el director de obra indique lo contrario. Se evitarán las grandes canalizaciones de tramos relativamente grandes colocando arquetas cada cierta distancia, además de su colocación en cambios de direcciones o rasantes.

4.12.8 Montajes.

4.12.8.1 Empalmes.

Se deberán de construir mediante manguitos recubiertos mediante termorretráctiles para conservar el aislamiento con punzonado profundo escalonado.

4.12.8.2 Derivaciones.

Las derivaciones se realizarán mediante conectores de derivación por compresión.

4.12.8.3 Terminales.

Serán bimetálicos con engastado mediante punzonado profundo escalonado .

4.12.9 Transporte de bobinas de cables.

Se utilizará una barra por medio de esta para cargar y descargar la bobina. Esta bobina no se podrá sujetar mediante cuerdas u otros elementos, ya que podrían dañar la capa exterior,

al igual que tampoco se podrá apoyar en el suelo.

4.13 Ejecución de la instalación eléctrica del CT prefabricado.

4.13.1 INSTALACION DE CELDAS MT

Mediante el uso de una grúa se alineará el bloque según las instrucciones de montaje del fabricante, y se fijará provisionalmente para deslizamientos.

Para conseguir el funcionamiento idóneo de los diferentes aparatos de corte y seccionamiento se pretende intentar que se encuentren totalmente nivelados. Las celdas se sitúan sobre cuatro puntos de apoyo que procurarán que sea el reparto de carga de manera uniforme. Cuando estos grupos se encuentren ya acoplados, se conectarán a las barras colectoras según instrucciones del fabricante. Consecuentemente, se fijará la celda a la fundición.

Para el montaje se seguirán las instrucciones del fabricante:

- No deben de ser instalados los cables si la temperatura es inferior a 0 °C ya que podrán sufrir daños.
- Se evitará arañar el conductor cuando se coloque en la parte inferior.
- Se deberá continuar todo el circuito general de tierras, se condicionarán los puntos para la conexión exterior a tierra.

4.13.2 Instalacion del transformador

El transformador será arrastrado preferentemente sobre planchas metálicas, hasta su celda, colocándolo sobre las vigas de sustentación.

4.13.3 Instalacion del cuadro BT

Los cuadros de baja tensión modulares se recibirán sobre el paramento asignado, anclándolo al bastidor instalado a tal efecto.

4.13.4 Puentes MT y BT

Los recorridos de los cables serán lo más cortos posible. Se tendrá en cuenta también los radios de curvatura mínimos que se someten los cables marcados por cada fabricante.

Las conexiones que se realizan entre el trafo y los cuadros de BT se efectúan con un numero específico de ternas de cables. Ninguno de los circuitos de baja tensión se colocará sobre la vertical de circuitos MT.

La colocación de los cables será muy precisa para evitar que estos tapen diferentes huecos o rejillas intentando dejarlos bien peinados y no impidan evacuar el calor.

4.13.5 Puesta a tierra

Las PAT se ejecutarán de la forma indicada en la Memoria del presente Proyecto, se deberá cumplir estrictamente entre circuitos y los valores deseados.

En ninguno de los dos sistemas de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.

Se escogerán elementos apropiados para las conexiones para asegurar la unión para que no se suelte o se afloje. Se diseña para que no afecte al calentamiento del conductor de paso de corriente la igual que estará protegido contra corrosión.

4.14 Recepción de las obras.

En la recepción provisional de obras cuando esta se dé por concluida, la dirección junto con el contratista efectuará los condiciones y ensayos para certificar que las obras están realizadas correctamente. No se aceptará ninguna instalación que no tenga su tensión y funcione correctamente.

Las obras deberán de quedar absolutamente limpias y despejadas de todos los materiales o maquinaria usadas antes de su entrega. Se observará que los materiales utilizados deben de coincidir con los que se admitieron por parte de la dirección de obra. Se verificará a su vez que las obras de tierra, hormigonado y montaje de instalaciones eléctricas se hallan ejecutado correctamente y se encuentre terminadas.

Se prestará que la obra cumpla con:

4.14.1 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

Se medirá la resistencia de aislamiento en los siguientes elementos:

Cables de 3ª Categoría de alimentación al CT

Se medirá la resistencia de aislamiento entre fases y entre fases y tierra, debiendo obtenerse valores correctos en todos los casos.

Cables de 3ª Categoría de alimentación al transformador

Se medirá la resistencia de aislamiento entre fases y entre fases y tierra, debiendo obtenerse valores correctos en todos los casos.

Transformador

Se medirá la resistencia de aislamiento entre AT y BT, entre AT y masa y entre BT y masa, debiendo obtenerse valores correctos en todos los casos.

4.14.2 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Se medirán las resistencias de puesta a tierra y las tensiones de paso y contacto y se comprobará que los valores obtenidos son inferiores a los valores requeridos en la reglamentación vigente.

Se verificará, igualmente, que la separación entre ambos circuitos de tierra es adecuada, así como la buena ejecución y estado de la instalación.

4.14.3 ELEMENTOS DE MANIOBRA

Los elementos de maniobra instalados y sus características se ajustarán a los previstos en el Proyecto.

Se comprobará que están perfectamente identificados y se actuará sobre los distintos dispositivos verificando su correcto funcionamiento.

4.14.4 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

Los elementos de protección instalados y sus características se ajustarán a los previstos en el Proyecto.

Se comprobará el buen funcionamiento de los relés de protección y su correcta regulación, así como los calibres de los fusibles.

Después de efectuado este reconocimiento y de acuerdo con las conclusiones obtenidas, se procederá a realizar las pruebas y ensayos que se indican a continuación.

Documento 5

PRESUPUESTO

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	----------	----	---------	--------	----------	---------

CAPÍTULO 1 INSTALACIONES ELECTRICAS

SUBCAPÍTULO 1.1 INSTALACION REDES DE BAJA TENSION

1.1.1	u	4 tubos polietileno corrugado 160 mm Canalización de 4 tubos de polietileno corrugado exterior con 160 mm de diámetro, incluso excavación de zanja a máquina y relleno posterior incluso Protección de Hormigón HM-15, y cinta de preaviso de peligro.				
1.1.3.1	348,000	m	4 tubos polietileno corrugado 160 mm	33,76	11.748,48	
TOTAL PARTIDA.....						11.748,48

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE MIL SETECIENTOS CUARENTA Y OCHO EUROS con CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS

1.1.2	u	6 tubos polietileno corrugado 160 mm Canalización de 6 tubos de polietileno corrugado exterior con 160 mm de diámetro, incluso excavación de zanja a máquina y relleno posterior incluso Protección de Hormigón HM-15, y cinta de preaviso de peligro.				
1.1.5.1	648,000	m	6 tubos polietileno corrugado 160 mm	46,48	30.119,04	
TOTAL PARTIDA.....						30.119,04

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA MIL CIENTO DIECINUEVE EUROS con CUATRO CÉNTIMOS

1.1.3	u	8 tubos polietileno corrugado 160 mm Canalización de 8 tubos de polietileno corrugado exterior con 160 mm de diámetro, incluso excavación de zanja a máquina y relleno posterior incluso Protección de Hormigón HM-15, y cinta de preaviso de peligro.				
1.1.7.1	20,000	m	8 tubos polietileno corrugado 160 mm	59,20	1.184,00	
TOTAL PARTIDA.....						1.184,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL CIENTO OCHENTA Y CUATRO EUROS

1.1.4	u	Armario de distribución Armario de distribución provisto de una entrada y hasta tres salidas, instalado en zócalo prefabricado de hormigón y herraje de fijación, incluido conexionado.				
1.1.8.1	10,000	u	Armario de distribución	465,00	4.650,00	
TOTAL PARTIDA.....						4.650,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL SEISCIENTOS CINCUENTA EUROS

1.1.5	u	Ud Arq.A-1 cal. de ladrillo y H= 1m, tapa fund. Arqueta tipo A-1 bajo calzada, modelo Compañía Sevillana de Electricidad, realizada con ladrillo cerámico macizo y H= 1,00 m, con tapa de fundición reforzada, totalmente terminada				
1.1.9.1	68,000	u	Ud Arq.A-1 cal. de ladrillo y H= 1m, tapa fund.	393,26	26.741,68	
TOTAL PARTIDA.....						26.741,68

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISEIS MIL SETECIENTOS CUARENTA Y UN EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS

1.1.6	u	Caja de Seccionamiento Caja que consta de entrada, salida y conexión directa a CGP. Se incluye conexionado.				
1.1.10.1	64,000	u	Caja de Seccionamiento	115,00	7.360,00	
TOTAL PARTIDA.....						7.360,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE MIL TRESCIENTOS SESENTA EUROS

1.1.7	u	Circuito BT 3(1x240)+1x150 Al RV 0,6/1 kV Circuito de BT realizado con conductores unipolares RV 0,6/1 kV 3(1x240)+1x150 mm2 Al, totalmente instalado en canalizaciones subterráneas, incluido la parte proporcional de cocas y despuntes.				
1.1.11.1	2.175,000	m	Circuito BT 3(1x240)+1x150 Al RV 0,6/1 kV	18,39	39.998,25	
TOTAL PARTIDA.....						39.998,25

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y NUEVE MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS

1.1.8	u	Circuito BT 3(1x150)+1x95 Al RV 0,6/1 kV Circuito de BT realizado con conductores unipolares RV 0,6/1 kV 3(1x150)+(1x95) mm2 Al, totalmente instalado en canalizaciones subterráneas, incluido la parte proporcional de cocas y despuntes.				
1.1.12.1	2.192,000	m	Circuito BT 3(1x150)+1x95 Al RV 0,6/1 kV	11,18	24.506,56	
TOTAL PARTIDA.....						24.506,56

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICUATRO MIL QUINIENTOS SEIS EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
1.1.9		u	Conexión a C.G.P. Conexión de circuito de baja tensión a C.G.P.			
1.1.13.1	64,000	u	Conexión a C.G.P.	75,00	4.800,00	
TOTAL PARTIDA.....						4.800,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL OCHOCIENTOS EUROS

1.1.10		u	Conexión a cuadro Conexión de circuito a cuadro de baja tensión normalizado, incluyendo terminales y pequeño material.			
1.1.14.1	36,000	u	Conexión a cuadro	88,00	3.168,00	
TOTAL PARTIDA.....						3.168,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL CIENTO SESENTA Y OCHO EUROS

1.1.11		u	Hormigón protección de canalización Hormigón HM-15 en protección de canalización, con cemento II-Z/35A y arena de río, árido T. máx=40 mm y consistencia plástica, puesto sobre camión cuba a pie de obra; totalmente terminado.			
1.1.15.1	68,000	m3	Hormigón protección de canalización	71,81	4.883,08	
TOTAL PARTIDA.....						4.883,08

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL OCHOCIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS con OCHO CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 1.2 INSTALACION REDES DE MEDIA TENSION

1.2.3		m	Hormigón protección de canalización Hormigón HM-15 en protección de canalización, con cemento II-Z/35A y arena de río, árido T. máx=40 mm y consistencia plástica, puesto sobre camión cuba a pie de obra; totalmente terminado.			
1.2.3.1	449,640	m	Hormigón protección de canalización	71,81	32.288,65	
TOTAL PARTIDA.....						32.288,65

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y DOS MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS

1.2.5		u	Arq.A-2 cal. de ladrillo y H= 1m, tapa fund. Arqueta tipo A-2 bajo calzada, modelo Compañía Sevillana de Electricidad, realizada con ladrillo cerámico macizo y H= 1,00 m, con tapa de fundición reforzada, totalmente terminada			
1.2.5.1	27,000	u	Arq.A-2 cal. de ladrillo y H= 1m, tapa fund.	736,80	19.893,60	
TOTAL PARTIDA.....						19.893,60

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECINUEVE MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y TRES EUROS con SESENTA CÉNTIMOS

1.2.4		m	Cinta de señalización Cinta plástica señalizadora de conducto de alta tensión, situada a 50 cm de profundidad en zanjas/normas de cia Sevillana Endesa de Electricidad S.A.. Totalmente colocada.			
1.2.4.1	700,000	m	Cinta de señalización	0,50	350,00	
TOTAL PARTIDA.....						350,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS CINCUENTA EUROS

1.2.2		m	Canalización eléctrica PE 4x200 mm Canalización para red eléctrica, formada por 4 tubos de PE de 200 mm, sobre 10 cm de cama de arena de río, incluso guía, separadores, incluida excavación y relleno con tierras procedentes de la excavación compactada al 95% P.N.			
1.2.2.1	448,000		CANALIZACION TOTAL	35,33	15.827,84	
TOTAL PARTIDA.....						15.827,84

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE MIL OCHOCIENTOS VEINTISIETE EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

1.2.1		m	Circuito MT 3x240 mm2 Al 18/30 kV Suministro e instalación de circuito MT formado por tres conductores Al RHZ1 18/30 kV de 3x240 mm2, tendido bajo canalización subterránea existente, incluido la parte proporcional de cocas y despuntes.			
1.2.1.4	112,000	m	CT3 A CT 33387	48,43	5.424,16	
1.2.1.3	250,000	m	CT 2 A CT 3	48,43	12.107,50	
1.2.1.2	100,000	m	CT1 A CT2	48,43	4.843,00	
1.2.1.1	230,000	m	PTO CONEXION A CT 1	48,43	11.138,90	
TOTAL PARTIDA.....						33.513,56

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y TRES MIL QUINIENTOS TRECE EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 1.3 INSTALACION DE CENTROS DE TRANSFORMACION					
1.3.1	u	Centro de transformación 2 x 630 KVA Suministro e instalación de edificio monobloque de hormigón y chapado tipo CTA-5B incluido fosa de asentamiento y acera perimetral, incluido en el centro de transformación 1 equipo compacto 2L+2P en SF6, 2 cuadros de B.T. 800x400 mas posibles ampliaciones, 2 transformadores de 630 de 400 V en baño de aceite, un sistema de puesta a tierra, 1 alumbrador interior, 1 equipo de seguridad, 1 alfombra aislante y 2 mallas de protección, totalmente instalado y puesto en servicio.			
1.3.1.1	2,000 u	Centro de transformación 2 x 630 KVA	55.276,74	110.553,48	
TOTAL PARTIDA.....					110.553,48
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO DIEZ MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS con CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS					
1.3.3	u	Centro de transformación 1 x 630 KVA + 1X 1000 KVA Suministro e instalación de edificio monobloque de hormigón y chapado tipo PFU-5 incluido fosa de asentamiento y acera perimetral, incluido en el centro de transformación 1 equipo compacto 2L+2P en SF6, 2 cuadros de B.T. 800x400 mas posibles ampliaciones, 1 transformador de 1000 KVA y 1 transformador de 630 KVA a 400 Ven baño de aceite, un sistema de puesta a tierra, 1 alumbrador interior, 1 equipo de seguridad, 1 alfombraaislante y 2 mallas de protección, totalmente instalado y puesto en servicio.			
1.3.3.1	1,000 u	Centro de transformación 1 x 630 KVA + 1X 1000 KVA	68.487,98	68.487,98	
TOTAL PARTIDA.....					68.487,98
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y OCHO MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y SIETE EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS					
1.3.2	u	Centro de transformación 1 x 630 KVA + 1X 400 KVA Suministro e instalación de edificio monobloque de hormigón y chapado tipo PFU-5 incluido fosa de asentamiento y acera perimetral, incluido en el centro de transformación 1 equipo compacto 2L+2P en SF6, 2 cuadros de B.T. 800x400 mas posibles ampliaciones, 1 transformador de 630 KVA y 1 transformador de 400 KVA a 400 Ven baño de aceite, un sistema de puesta a tierra, 1 alumbrador interior, 1 equipo de seguridad, 1 alfombraaislante y 2 mallas de protección, totalmente instalado y puesto en servicio.			
1.3.2.1	1,000 u	Centro de transformación 1 x 630 KVA + 1x400 KVA	49.741,55	49.741,55	
TOTAL PARTIDA.....					49.741,55
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y NUEVE MIL SETECIENTOS CUARENTA Y UN EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	----------	----	---------	--------	----------	---------

CAPÍTULO 2 TRAMITACIONES Y LEGALIZACIONES

2.1	u	LEGALIZACION				
			Sin descomposición			
			TOTAL PARTIDA.....			2.700,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL SETECIENTOS EUROS

2.2	u	DERECHOS DE SUPERVISION POR PARTE DE LA COMPAÑIA SUMINISTRADORA				
2.2.1	36,000 u	SUPERVISION LINEAS DE BAJA TENSION	101,00	3.636,00		
2.2.2	4,000 u	SUPERVISION LINEAS DE MEDIA TENSION	214,00	856,00		
2.2.3	4,000 u	SUPERVISION CENTRO DE TRANSFORMACION	425,00	1.700,00		
			TOTAL PARTIDA.....			6.192,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS MIL CIENTO NOVENTA Y DOS EUROS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 3 SEGURIDAD Y SALUD						
3.1	u		ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	Sin descomposición		
TOTAL PARTIDA.....						2.500,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL QUINIENTOS EUROS

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	INSTALACIONES ELECTRICAS.....	489.815,75	97,73
2	TRAMITACIONES Y LEGALIZACIONES.....	8.892,00	1,77
3	SEGURIDAD Y SALUD.....	2.500,00	0,50
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		501.207,75	
	13,00% Gastos generales.....	65.157,01	
	6,00% Beneficio industrial.....	30.072,47	
	SUMA DE G.G. y B.I.	95.229,48	
	21,00% I.V.A.....	125.251,82	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		721.689,05	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		721.689,05	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de SETECIENTOS VEINTIUN MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS con CINCO CÉNTIMOS

, a 13 de febrero de 2020.

El promotor

La dirección facultativa

Documento 6

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

6. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

6.1 Objeto

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud tiene por objeto aclarar las normas de seguridad y salud que deben cumplirse en la obra, identificando los riesgos laborales evitables, proporcionando las medidas correctas necesarias para ello. Se proporcionará también medidas para riesgos que no pueden eliminarse por completo, siendo estas medidas las responsables de reducir dichos riesgos.

De acuerdo con la normativa vigente, si en la obra se interviene más de una empresa o promotor se debe de nombrar a un Coordinador de Seguridad y Salud para la ejecución de la obra.

6.2 Características de la obra y situación.

Este ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD, se elabora para la obra:

Electrificación a ejecutar en el polígono industrial de la Escarihuela en el T.M. de Baeza y que tiene como objetivo la construcción de:

- La línea subterránea de media tensión “PLG_BAEZA” a 25 kV, nuevos centros de transformación y líneas subterráneas de baja tensión.

6.3 Obligaciones del contratista

Se deberán de analizar, desarrollar y complementar las previsiones que se exponen en el presente estudio. Se deberá de realizar este plan de seguridad y salud del trabajo antes de realizar la obra.

6.4 Actividades básicas

Durante la realización de los trabajos se puede destacar las actividades básicas:

6.4.1 Tendido de cable subterráneo (C.S)

- Movimiento del personal
- Transporte de materiales
- Apertura de zanjas para tendido y acondicionamiento.
- Tendido de cables
- Conexiones
- Reposición de tierras, compactación y reposición.
- Maniobras
- Desmontaje de instalaciones

6.4.2 Construcción de CT

- Movilidad del personal
- Transporte de materiales
- Obra civil
- Excavaciones
- Hormigonado.
- Montaje de equipos de maniobra, protección y transformadores.
- Maniobras
- Desmontaje de instalaciones

6.5 Identificación de los riesgos

6.5.1 Riesgos laborales

- Caidas de personal.
 - Diferencia de suelo
 - Pisar objetos
 - Condiones atmosféricas desfavorables
 - Vertidos o liquidos
- Caídas de personal a diferente nivel
 - Por desniveles
 - Agujeros
 - Escaleras, portátiles o fijos
 - Andamio
 - Techos o muros
- Caídas de objetos
 - Manipulación manual
 - Manipulacion elevadores
- Desprendimientos, hundimientos o ruinas
 - Elementos de montaje fijos
 - Hundimiento de zanjas, pozos o galerías

C.S.	L.A.	C.T.
	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
		X
		X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
	X	X
X	X	X

- Choques y golpes	X	X	X
Fijos y móviles	X	X	X
Hundimiento zanjas	X	X	X
- Atrapamientos	X	X	X
Herramientas	X	X	X
Maquinaria	X	X	X
Objetos	X	X	X
- Cortes	X	X	X
Herramientas	X	X	X
Maquinaria	X	X	X
Objetos	X	X	X
- Contactos térmicos	X		X
Fluidos	X		X
Focos calor	X		X
- Contactos químicos	X		X
Corrosivos	X		X
Irritantes	X		X
Sustancias químicas	X		X
- Contactos eléctricos	X	X	X
Directos	X	X	X
Indirectos	X	X	X
Descargas eléctricas	X	X	X
- Arco eléctrico	X	X	X
Contacto directo	X	X	X
Proyección	X	X	X
Explosión c.continua	X	X	X
- Manipulación de cargas o herramientas	X	X	X
Para desplazarse, levantar o sostener cargas	X	X	X
Para utilizar herramientas	X	X	X
Por movimientos repentinos	X	X	X
- Riesgos derivados del tráfico	X	X	X
Choque entre vehículos y contra objetos fijos	X	X	X
Atropellos	X	X	X

- Fallos mecánicos y tumbada de vehículos
- Explosiones
 - Por atmósferas explosivas
 - Por elementos de presión
 - Por voladuras o material explosivo
- Agresión de animales
 - Insectos
 - Reptiles
 - Perros y gatos
 - Otros
- Ruidos
 - Por exposición
- Vibraciones
 - Por exposición
- Ventilación
 - Insuficiente
 - Sin oxígeno
- Iluminación
 - Ambiental insuficiente
 - Deslumbramientos
- Condiciones térmicas
 - Temperaturas elevadas
 - Cambio repentino
 - Estrés termico

X	X	X
X		
X		
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X		X
X		
X		X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X		X
X		X
		X
		X

6.5.2 Riesgos y daños a terceros

- Curiosos
- Proximidad circulación vial
- Proximidad de zonas habitadas
- Presencia cables en tensión
- Manipulacion de cables en tensión

C.S.	L.A.	C.T.
	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X

Existencia de tuberías

C.S.	L.A.	C.T.
X	X	X

6.6 Medidas preventivas

Para minimizar los riesgos relacionados se adoptan las correspondientes medidas:

6. 6.1 Prevención de riesgo para colectivos

- Mantener el orden y la higiene en la zona de trabajo.
- Acondicionarán pasos para peatones
- Cierre y señalización de la zona
- Botiquines para el personal de la obra
- Las zanjas estarán totalmente señalizadas
- Se pondrá provisionalmente tapas en agujeros y arquetas
- Se comprobará el estado de las escaleras fijas y móviles diariamente. Las portátiles no se pintarán y se trabajara de estas formas:
 - Uso para un operario, el otro sujetará dicha escalera
 - La base no debe sobresalir más de un metro
 - Cuando la escalera es superior a 12 metros se atará por ambos lados.
 - Se subirán las herramientas por una cuerda y es obligatorio el uso de cinturón.
- Los andamios serán sólidos y tendrán barras de seguridad.
- Se evitará trabajar a diferentes niveles
- Se comprobará el estado de las herramientas y materiales.
- Se comprueba el estado del terreno antes y después de la obra.
- Se evitará el amontonamiento de tierras
- Se seguirán las recomendaciones de seguridad para los productos químicos
- Los armarios de alimentación eléctrica dispondrán de interruptores diferenciales y tomas de tierra.
- Se utilizarán transformadores de seguridad para trabajos con electricidad en zonas húmedas o muy conductoras de la electricidad.
- Se montará la prevención pasiva adecuada
- Se mantendrán fuera de las instalaciones elementos explosivos
- Se observará la distancia de seguridad con el resto de servicios existentes
- Solo se podrá restablecer la actividades de la instalaciones eléctricas cuando se solventen los problemas por lo que se ha parado la obra.

6.6.2 Prevención de riesgos laborales a nivel individual

Cada operario de la obra debe de disponer obligatoriamente de la protección individual (EPI) :

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo adecuada
- Calzado de seguridad.
- Elementos de protección contra caídas a diferentes niveles
- Guantes de protección
- Gafas de protección y pantalla facial
- Orejeras y tapones
- Equipos autónomos de respiración.
- Pastillas de sal (estrés térmico).

6.6.3 Prevención de riesgos de daños a terceros

- Se deberá de proteger la zona siendo vallada y colocando balizas o carteles en la inmediación de la obra.
- Señalización de calzada y balizas luminosas en calles de acceso a zona de trabajo

6.7 Normativa aplicable

En el proceso de ejecución de los trabajos deberán observarse las normas y reglamentos de seguridad vigentes. A título orientativo, y sin carácter limitativo, se adjunta una relación de la normativa aplicable:

- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- 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 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.

- Orden TIN/1071/2010, de 27 de abril, sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo.
- 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.
- Convenios colectivos.
- Ordenanzas municipales.
- Instrucción general de operaciones, normas y procedimientos relativos a seguridad y salud.

Baeza, Junio de 2020

El ingeniero Industrial

Manuel Jesús Montoro García

7 BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

- REBT. Reglamento Electrotécnico Baja Tensión. 2017.
- Guía Técnica de aplicación al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2003.
- <https://www.boe.es/>
- <https://www.juntadeandalucia.es/organismos/empleoformacionytrabajoautonomo/areas/seguridad-salud/riesgos-laborales.html>
- Manual Presto
- Revista componentes Ormazábal <https://www.ormazabal.com/es>
- Manual Dialux

Software/Programas utilizados para el desarrollo del proyecto.

- AutoCAD
- ZWCAD
- DIALUX
- Presto