



ingenieros^{va}

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS EN INGENIERÍA
DE LA RAMA INDUSTRIAL E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE VALLADOLID

VISADO

A LOS EFECTOS REGLAMENTARIOS

Este documento es copia del original firmado.

Se han ocultado datos personales en aplicación de la
normativa vigente.

ANEXO 02

DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

DE MEDIA TENSIÓN

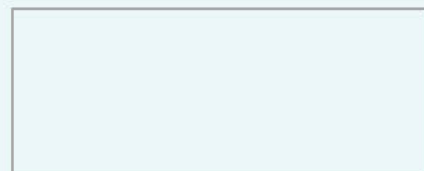
DEL

PROYECTO DE ESTACIÓN DE RECARGA

ULTRA RÁPIDA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.

*****-RESTAURANTE LAS MORERAS - MADRID

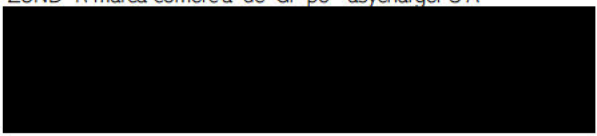
NOVIEMBRE – 2.022



ÍNDICE

ÍNDICE	2
HOJA RESUMEN	3
1 MEMORIA	4
1.1 ANTECEDENTES Y OBJETO	4
1.2 ALCANCE DEL ANEXO	5
1.3 RELACIÓN DE PROPIETARIOS Y ORGANISMOS AFECTADOS.....	6
1.4 REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES	6
1.5 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS	7
1.6 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN (L.S.M.T.)	12
1.7 CENTRO DE MEDIDA EN MEDIA TENSIÓN (C.M.).....	15
1.8 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (C.T.)	22
1.9 SEÑALIZACIÓN DE OBRA	30
1.10 VERIFICACIÓN DE INSTALACIONES.....	30
1.11 CONCLUSIÓN.....	32
2 CÁLCULOS	33
2.1 CÁLCULO DEL CONDUCTOR SUBTERRÁNEO DE M.T.	33
2.2 CÁLCULOS RELATIVOS AL C.M. (PUESTA A TIERRA)	38
2.3 CÁLCULOS RELATIVOS A LOS C.T. (PUESTA A TIERRA)	44
2.4 CÁLCULO DE PUENTES DE BT	51
2.5 CONCLUSIÓN.....	52
3 PRESUPUESTO.....	53
3.1 RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	56
4 PLANOS.....	57

HOJA RESUMEN

OBJETO	presente anexo de proyecto tiene como objeto definir técnica y económicamente la instalación de un Centro de transformación (C.T.) y una línea Subterránea de Mediana Tensión (S.M.T.) ambas instalaciones serán propiedad particular del abonado. La S.M.T. objeto de este anexo partirá de la ceda de línea (punto frontera con compañía distribidora) sito en el centro propiedad de la compañía y finalizará en la ceda de remonte de cableado dentro de C.T. a proyectar. Este C.T. contará con elementos como un conjunto de celdas de Mediana Tensión transformador M.T./B.T. y un cuadro de B.T. (también se instalará un equipo de medida transformador en el exterior de C.T.) todos los elementos se definen más adelante. Finalmente será conseguir dotar de suministro eléctrico adecuado a la estación de recarga de vehículos eléctricos objeto de otro anexo.
EMPLAZAMIENTO INSTALACIÓN	Localidad/Municipio: Camino de la Morera 359 C.P. 28042 Provincia: CCAA: Madrid Madrid
UBICACIONES	<u>Coord. U.T.M. RS89 30N</u> - Inicio de L.S.M.T. en C.S. propiedad de compañía. x= 45480 y= 4477520 - C.T. Medida MT propiedad de abonado: x= 45480 y= 44775 7 - C.T. propiedad de abonado (final de la L.S.M.T.): x= 454582 y= 4477602
CARACTERÍSTICAS	M.T./B.T. - 15 kV / 0,4 kV <u>LÍNEA SUBTERRÁNEA DE M.T.</u> Conductor: PRZ 2/20 kV 3x(x240)mm² KA+ 6mm² Origen: Ceda de línea en centro propiedad de la compañía distribidora Final: Nueva ceda de remonte de cables en C.T. proyectado (C.C.2) Prevamente hará entrada y salida en C.M. y C.T. proyectado (C.C.) Longitud: 267 m <u>CANALIZACIÓN</u> Tipo: 2 bños Ø 60mm (ocultos y de reserva) Origen: Centro propiedad de la compañía distribidora Final: Ingreso de C.T. proyectado propiedad de abonado Longitud: 250 m <u>CENTRO DE MEDIDA</u> Celdas de M.T.: RB V M Envoltorio del C.T.: Prefabricado de hormigón de superficie de tipo P U4 <u>CENTROS DE TRANSFORMACIÓN CTC 1 Y CTC 2</u> Celdas de M.T.: RB V Envoltorio del C.T.: Prefabricado de hormigón de superficie de tipo P U5 Nº y potencia trafa: x 250 kVA Cuadro de B.T.: Punto final de la instalación proyectada (No es objeto de este proyecto)
PRESUPUESTO	208.507,30 €
PROMOTOR Y TITULAR	ZUND R marca comercial de Grupo asycharger S.A. 
AUTOR DEL ANEXO	***** Colegado nº **** de Colegio de Ingenieros de Valencia

1 MEMORIA

1.1 ANTECEDENTES Y OBJETO

ZUNDER, marca comercial perteneciente al GRUPO EASYCHARGER S.A., es una empresa que apuesta por la movilidad eléctrica y se dedica a la instalación y explotación de puntos de recarga para vehículos eléctricos. Dentro del ámbito de actuación, se pretende la instalación de un punto de recarga para vehículos eléctricos. Para ello se solicitó suministro eléctrico a la compañía de distribución de la zona, la cual, proporcionó unas condiciones técnico-económicas, necesarias para acceder al suministro.

Expediente de suministro nº: EXP918122030470, potencia solicitada 2.500 kW.

Debido a la gran potencia solicitada a la red de distribución, la compañía impone que el suministro se realice a través de C.T. de propiedad particular.

El entronque a la red de distribución se trató en otro proyecto distinto al actual.

El presente anexo de proyecto tiene como objeto definir técnica y económicamente la instalación de dos Centros de Transformación (**C.T.C-1** y **C.T.C-2**), un Centro para la medida en media tensión (**C.M**) y varios tramos de Línea Subterránea de Media Tensión (**L.S.M.T.**) para dotar de suministro a los mismos. **Todas las instalaciones objeto de este anexo serán propiedad particular del abonado.**

La L.S.M.T. objeto de este anexo, partirá de una celda de línea (punto frontera con compañía distribuidora) sito en un centro propiedad de la compañía y finalizará en una celda de remonte de cableado dentro de los centros a proyectar.

Este C.T. contará con elementos como un conjunto de celdas de M.T, un transformador M.T/B.T. y un cuadro de B.T. (además de un equipo de medida-tarificador en el exterior del C.T.), todos los elementos se definirán más adelante.

El fin último será el de conseguir, de los organismos oficiales competentes, la preceptiva autorización administrativa para la ejecución de las instalaciones proyectadas.

1.2 ALCANCE DEL ANEXO

Las principales actuaciones que se contemplan realizar en el presente anexo de proyecto son:

- **Tendido de Línea Subterránea de Media Tensión** (L.S.M.T.), usando conductor HEPRZ1-240 y **nueva canalización bajo tubo enterrado**, desde la salida del centro propiedad de la compañía (celda de línea) hasta el nuevo C.M de abonado (celda de remonte de cables), compuesta por 2 tubos corrugados de diámetro 160 mm de los cuales se usará uno de ellos dejando el otro de reserva.

- **Tendido de Línea Subterránea de Media Tensión** (L.S.M.T.), usando conductor HEPRZ1-240 y **nueva canalización bajo tubo enterrado**, desde la salida del centro de medida (celda de línea) hasta el nuevo C.T.C-1 de abonado (celda de remonte de cables), compuesta por 2 tubos corrugados de diámetro 160 mm de los cuales se usará uno de ellos dejando el otro de reserva.

- **Tendido de Línea Subterránea de Media Tensión** (L.S.M.T.), usando conductor HEPRZ1-240 y **nueva canalización bajo tubo enterrado**, desde la salida del C.T.C-1 (celda de línea) hasta el nuevo C.T.C-2 de abonado (celda de remonte de cables), compuesta por 2 tubos corrugados de diámetro 160 mm de los cuales se usará uno de ellos dejando el otro de reserva.

- **Instalación de nuevo Centro de Medida** (C.M.) con envolvente prefabricada de hormigón del tipo PFU-4. Dentro del CM se instalarán:

- un conjunto de celdas con estructura 1RB-1V-1M, consistente en:
 - 1 celda de remonte de barras con puesta a tierra.
 - 1 celda de protección mediante interruptor automático
 - 1 celda de medida.
- un armario de contadores (según normativa de cía. distribuidora) con equipo de medida-tarificador, colocado en el exterior de la envolvente del CM, con acceso libre desde vía pública.

- **Instalación de dos nuevos Centro de Transformación** (C.T.C-1 y C.T.C-2) con envolvente prefabricada de hormigón del tipo PFU-5. Dentro de cada CT se instalará:

- un conjunto de celdas con estructura 1RB-1L-1V, consistente en:
 - 1 celda de remonte de barras con puesta a tierra.
 - 1 celda de protección mediante interruptor automático
 - 1 celda de línea
- un transformador de 1250 kVA, con refrigeración natural en dieléctrico líquido de éster biodegradable (punto de combustión superior a 300 °C).
- un cuadro de B.T. *(este último queda fuera del alcance del presente anexo de proyecto).*

1.3 RELACIÓN DE PROPIETARIOS Y ORGANISMOS AFECTADOS

La relación de propietarios y organismos afectados viene indicada en la memoria básica del proyecto global al que hace referencia el presente anexo.

1.4 REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES

- Reglamento Electrotécnico en Baja Tensión, según Decreto aprobado por el consejo de ministros y reflejado en el Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002, y publicado en el Boletín Oficial del Estado no 224 de 18 de Septiembre de 2002, a propuesta del Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT 52 «Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos», del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23, aprobado por R.D. 337/2017 del 9 de mayo.
- Reglamento sobre las condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09, aprobado por R.D. 223/2008 del 15 de febrero.
- Normas y directrices particulares de la compañía distribuidora de energía eléctrica.
- Normativa municipal de obligado cumplimiento.
- Recomendaciones UNESA, Normativa UNE
- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- 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.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- R.D. 513/2017, por el que se aprueba el reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- R.D. 470/2021, del 29 de junio, sobre el Código Estructural.
- Real Decreto 314/2006, 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y sus documentos básicos.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

1.5 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS

1.5.1 Obra Civil

Para la instalación de las **envolventes prefabricadas de los C.T. y el C.M** se realizará una excavación en el terreno hasta la profundidad necesaria para cada envolvente, se compactará para una correcta consolidación y se ejecutará la red de tierras. En caso necesario se realizará una losa de hormigón armado para el correcto apoyo de la envolventes prefabricadas y posteriormente, se extenderá una capa de arena de nivelación de 10 cm sobre donde se ubicarán. Por último, se repondrá el pavimento afectado y se ejecutarán las aceras perimetrales alrededor de cada envolvente.

Todos los residuos generados serán transportados y depositados en el gestor autorizado.

También se ejecutará la nueva **canalización subterránea** desde el centro propiedad de la compañía hasta el C.T. de abonado, compuesta por 2 tubos corrugados de diámetro 160mm, a usar 1 de ellos y a dejar el otro de reserva.

- Para la ejecución de estas canalizaciones se seguirán las siguientes disposiciones generales:
Estarán constituidas por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja.

En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito eléctrico.

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de la tubular.

En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables se dispondrán arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. La entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad y, además, permitir las operaciones de tendido de los tubos y cumplir con las condiciones de paralelismo, cuando lo haya.

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada, para asegurar estas cotas, la zanja tendrá una profundidad mínima 0,70 m. Si la canalización se realizara con medios manuales, debe aplicarse la normativa vigente sobre riesgos laborales vigente para permitir desarrollar el trabajo de las personas en el interior de la zanja.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 5 cm aproximadamente de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación, se colocará otra capa de arena con un espesor de 10 cm sobre el tubo o tubos más cercanos a la superficie y envolviéndolos completamente. Sobre esta capa de arena y a 10 cm del firme se instalará una cinta de señalización a todo lo largo del trazado del cable.

El relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará todo-uno, zahorra o arena. Después, se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón no estructural H 125 de unos 20 cm de espesor y, por último, se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos. Al objeto de impedir la entrada del agua, suciedad y material orgánico, los extremos de los tubos deberán estar sellados.

- En lo relativo a los cruzamientos se seguirá lo siguiente, dependiendo del tipo de cruce:
 - **Calles, caminos y carreteras:** En los cruces de calzada, carreteras, caminos, etc., los tubos de la canalización deberán estar hormigonados en toda su longitud salvo que se utilicen sistemas de perforación tipo topo en la que no será necesaria esta solicitud. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

El número mínimo de tubos será de tres y en caso de varios circuitos, será preciso disponer como mínimo de un tubo de reserva.
 - **Con otros cables de energía eléctrica:** Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurren por debajo de los de baja tensión.
La distancia mínima entre cables de energía eléctrica será de 0,25 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, el cable que se tienda en último lugar se separará mediante tubos de resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm, un impacto de energía mínima de 40 J. La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1 m.
 - **Cables de telecomunicación:** La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm, un impacto de energía mínima de 40 J.
La distancia del punto de cruce a empalmes, tanto en el cable de energía como en el de comunicación, será superior a 1m.
 - **Canalizaciones de agua:** Los cables se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 0,20 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que



VISADO

se tienda en último lugar, se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm, un impacto de energía mínimo de 40 J.

Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1m del punto de cruce.

- **Canalizaciones de gas.** En los cruces de líneas subterráneas con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la normativa y se reflejan en la siguiente tabla. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en la tabla.

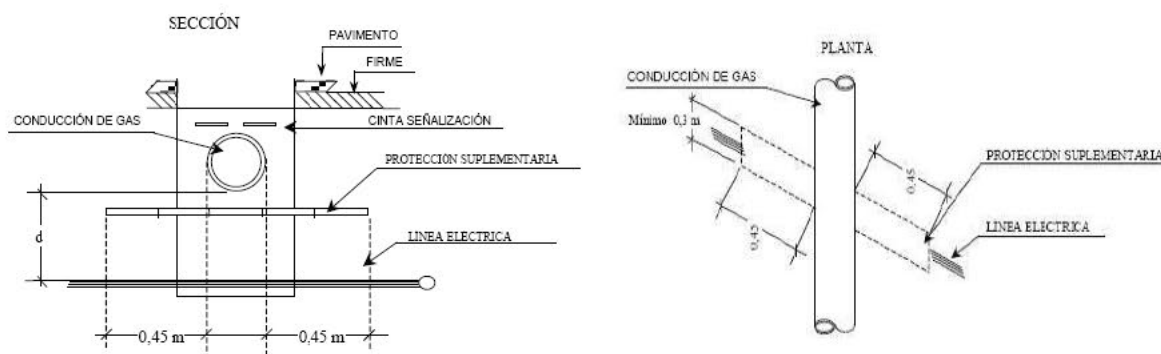
Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc).

En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d) con protección suplementaria
Canalizaciones acometidas y	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,40 m	0,25 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

(*) Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta) y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 45 cm a ambos lados del cruce y 30 cm de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger, de acuerdo con la figura adjunta.



- **Con conducciones de alcantarillado.** Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior, aunque si se puede incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos) siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán separados mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm, un impacto de energía mínimo de 40 J.
- **Con depósitos de carburante.** Los cables se dispondrán dentro de tubos de las características indicadas anteriormente o en conductos de suficiente resistencia siempre que cumplan con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten para un diámetro de 160 mm, un impacto de energía de 40 J y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2 m por cada extremo.
- En lo **relativo a los paralelismos** se seguirá lo siguiente, dependiendo del tipo:

Los cables subterráneos, cualquiera que sea su forma de instalación, deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, y se procurará evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.
- **Otros cables de energía.** Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 0,25m. En el caso de no poder **respetar** esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm, un impacto de energía mínimo de 40 J.
- **Canalizaciones de agua.** La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m.

En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm, un impacto de energía mínimo de 40 J.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

- **Canalizaciones de gas.** En los paralelismos de líneas subterráneas eléctricas con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la siguiente tabla. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse mediante la colocación de una protección suplementaria hasta las



distancias mínimas establecidas en la tabla. Esta protección suplementaria a colocar, entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillo, etc.).

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d') con protección suplementaria
Canalizaciones acometidas y	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,25 m	0,15 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

(*) Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta), y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m.

- **Depósitos de carburantes.** Los cables se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2 m por cada extremo.
- **Plantas SATÉLITE de Gas Natural Licuado (GNL):** Las instalaciones se ubicarán a una distancia al igual o mayor a la indicada en la tabla recogida en la Norma UNE-EN 13645 para proyección de líneas eléctricas según la capacidad del depósito de gas instalado.

1.6 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN (L.S.M.T.)

1.6.1 Características principales:

Las principales características de la red de distribución disponible son:

Tensión de la red de distribución.	13,2 kV
Tensión asignada al aislamiento (U_0/U).	12/20 kV
Tensión más elevada de la red (U_s)	24 kV
Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo (U_p)	125 kV
Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial	50 kV

Designación del conductor elegido: **HEPR-Z1 1x24 K Al+H16, 12/20 kV**

NOMENCLATURA				SIGNIFICADO
HEPR				<u>Aislamiento</u> : etileno propileno (EPR) de alto módulo (H)
	Z1			<u>Cubierta exterior</u> : material termoplástico de poliolefina libre de halógenos (Z1)
		1x240		<u>Cable unipolar y sección</u> : 240 mm ²
			K	<u>Forma</u> del conductor (circular compacta)
			Al	<u>Naturaleza</u> del conductor: Aluminio (Al)
			+ H 16	<u>Sección de la pantalla</u> concéntrica de hilos de cobre: 16mm ²
			12/20 kV	Tensión asignada del aislamiento: (U_0/U) kV

CONSTRUCCIÓN:

- 1.- CONDUCTOR:
Aluminio clase 2,
- TRIPLE EXTRUSIÓN
 - 2.- SEMICONDUCTOR INTERIOR:
Compuesto semiconductor extruido.
 - 3.- AISLAMIENTO:
Etileno - Propileno HEPR de Alto Módulo.
 - 4.- SEMICONDUCTOR EXTERIOR:
Compuesto semiconductor extruido.
 - 5.- PANTALLA:
Hilos de cobre.
 - 6.- CUBIERTA:
Poliolefina (Z1)
- Temperatura máxima servicio permanente 105°C



En lo relativo al conductor subterráneo elegido, sus características principales son:

CABLES DE AISLAMIENTO DE DIELÉCTRICO SECO.

Conductor: aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE 21-022

Pantalla sobre el conductor: capa de mezcla semiconductor aplicada por extrusión

Aislamiento: Etileno Propileno de alto módulo.

Pantalla sobre el aislamiento: Una capa de mezcla semiconductor, pelable en frío (EPR), no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contra espira de cobre.

Cubierta: Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin componentes clorados contaminantes.

Temperatura máxima en servicio permanente: 105°C

Temperatura máxima en cortocircuito ($t \leq 5$ s): 250°C

Tipos constructivos	Tensión asig., kV	Sección mm^2	Resist. Max. a 105°C Ohm/Km	Reactancia por fase Ohm/Km	Capacidad por fase $\mu\text{F/Km}$	I Max Adm (A) (Al aire)	Long. Bobina.
HEPR-Z1	12/20	50	0,862	0,133	0,206	180	1000
HEPR-Z1	12/20	150	0,277	0,112	0,368	300	1000
HEPR-Z1	12/20	240	0,169	0,105	0,453	400	1000

1.6.2 Puesta a tierra de las cubiertas metálicas:

De cada fase activa, se conectarán a tierra las partes metálicas de los conductores (pantallas y armaduras), en ambos extremos y en puntos intermedios de la línea. Esto garantiza que no existan tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.

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

1.6.3 Protecciones contra sobreintensidades:

Las líneas deberán estar debidamente protegidas contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando éstas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

Las salidas de línea deberán estar protegidas contra cortocircuitos y, cuando proceda, contra sobrecargas. Para ello se colocarán cortacircuitos fusibles o interruptores automáticos, con emplazamiento en el inicio de las líneas.

Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a ésta, se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de cortocircuito o sobrecarga sea la menor posible.

Debido a la existencia de fenómenos de ferorresonancia por combinación de las intensidades capacitivas con las magnetizantes de transformadores durante el seccionamiento unipolar de líneas sin carga, se utilizará el seccionamiento tripolar.

➤ Protecciones contra cortocircuitos:

La protección contra cortocircuitos por medio de fusibles o interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal, que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no dañe el cable.

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles para los conductores y las pantallas correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos serán las indicadas en la Norma UNE 20-435. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas en aquellos casos en que el fabricante del cable aporte la documentación justificativa correspondiente.

➤ Protecciones contra sobrecargas:

En general no será obligatorio establecer protecciones contra sobrecarga, si bien es necesario, controlar la carga en el origen de la línea mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable no supere la máxima admisible en servicio permanente.

1.6.4 Protecciones contra sobretensiones:

Los cables deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico, cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia así lo aconsejen.

Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión o se observará el cumplimiento de las reglas de coordinación de aislamiento correspondientes. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones MIE-RAT-12 y MIE-RAT-13.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2 y UNE-EN 60099-5.



VISADO

1.6.5 Accesorios

➤ Terminaciones interiores:

Es la conexión del conductor subterráneo dentro de la celda de M.T.

La ejecución y montaje de las terminaciones se realizarán siguiendo las especificaciones del fabricante.

Serán del tipo atornillables y preparados para la sección del conductor de M.T.

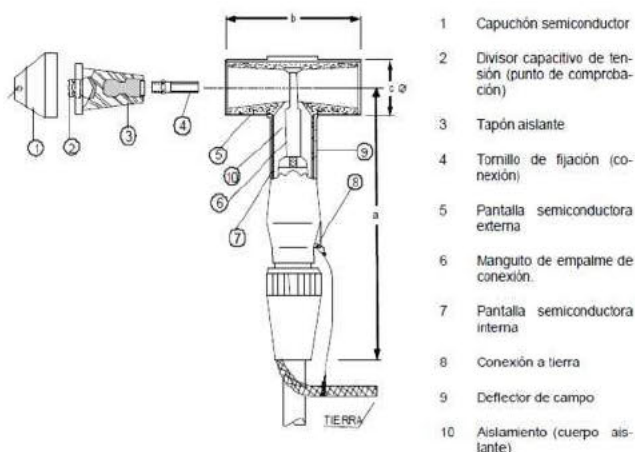


Fig. 5: Conector separable en T (contacto atornillable)

1.7 CENTRO DE MEDIDA EN MEDIA TENSIÓN (C.M.)

Se proyecta la instalación de un Centro de Medida (CM) con envolvente prefabricada de hormigón, del tipo PFU-4, disponiendo en su interior de un conjunto de celdas de M.T., principalmente.

PFU-4/24kV + 1RB·1V·1M·1L-SF6

1.7.1 Características generales de la envolvente:

- La ubicación del CT se determinará teniendo en cuenta el cumplimiento de las condiciones de seguridad, mantenimiento y garantía de servicio, estableciéndose los siguientes aspectos:
 - El emplazamiento elegido deberá permitir el tendido, a partir de él, de todas las líneas subterráneas previstas, de entrada y salida del C.T.
 - El nivel freático más alto se encontrará a 0,30 m por debajo del nivel inferior de la solera más profunda de la envolvente del CT.
 - Las vías para los accesos a materiales deberán permitir el transporte, en camión, de los elementos integrantes del CT, hasta su lugar de ubicación.

-Los espacios correspondientes a ventilaciones y accesos cumplirán con las distancias reglamentarias y condiciones de la ITC-RAT 14 “Instalaciones Eléctricas de Interior” y lo establecido en el documento básico HS3 “Calidad de Aire Interior” del Código Técnico de la Edificación.

-No se podrán instalar estos centros en zonas inundables, y además se comprobará que el tramo del vial de acceso al local destinado a centro de transformación, no se halla en un fondo o badén, que eventualmente pudiera resultar inundado por fallo de su sistema de drenaje.

-Las dimensiones de la envolvente del CT deberán permitir ejecutar las maniobras propias de su explotación en condiciones óptimas para la seguridad de las personas que lo realicen, según se indica en la ITC-RAT-14. También se debe permitir el movimiento de maquinaria y personas en condiciones normales de explotación y la maniobra de sustitución de cualquiera de los elementos sin necesidad de desmontar o desplazar ningún otro elemento.

- La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación (formadas por lamas de “V” invertida).



VISADO

1.7.2 Características generales de las celdas de M.T.:

Los tipos de celda de media tensión están fabricadas bajo envolvente metálica, previstas para instalación en interior, de tensión asignada 24 kV, para una frecuencia de servicio de 50 Hz.

En el presente anexo de proyecto se utilizarán un conjunto de celdas formado del tipo 1RB·1V·1M·1V·1L.

- 1x celda de Remonte de Barras (**RB-pt**) con puesta a tierra: está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre y un seccionador de puesta a tierra del embarrado principal. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra.

Características físicas: (ancho x fondo x alto) (365 x 735 x 1740) mm; 100 kg.

Características eléctricas: 24 kV de tensión asignada y clasificación IAC: AFL

-1x celda de protección con interruptor automático de vacío (**V**): La celda de interruptor automático de vacío está constituida por un módulo metálico con aislamiento en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un seccionador rotativo de tres posiciones, y en serie con él, un interruptor automático de corte en vacío, enclavado con el seccionador. La puesta a tierra de los cables de acometida se realiza a través del interruptor automático.

La conexión de cables es inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

Características físicas: (ancho x fondo x alto) (460 x 845 x 1740) mm; 218 kg.

Características eléctricas: 24 kV de tensión asignada

clasificación IAC: AFL

Intensidad asignada: 400 A

Capacidad de corte en cortocircuito: 16 kA

Nivel de aislamiento:

- a frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV

- a impulso rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV

- capacidad de cierre (cresta): 400 A

-1x celda de medida (**M**): La celda de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de 3 transformadores de tensión (TT) y de 3 trafos de intensidad (TI) que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía.



VISADO

23/12/2022

Sig. Verificación Electrónica: *****

Las características nominales de los TT y TI serán las adecuadas al nivel de tensión de la red de distribución y a la potencia demandada.

Puesto que el nivel de tensión nominal de la red de distribución es de 15 kV, según normativa vigente, la relación de transformación para los transformadores de Tensión (TT) es $16500:\sqrt{3}/110:\sqrt{3} \text{ V}$.

Para los transformadores de Intensidad (TI), según normativa en vigor, las intensidades normalizadas son 5, 10, 15, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 600, 1200 y 1500 A. Se recomienda el uso de la doble relación de transformación en el primario por conexión serie paralelo del mismo, de cara a su validez ante posibles futuras disminuciones o aumentos de potencia. Intensidad nominal secundaria (Is) será 5 A. Según esto, la relación de transformación para los T.I será 30-60/5 A.

Tensión nominal de Red (V)	Tensión primaria del t/t.	Tensión más elevada en kV	Tensión secundaria del t/t	Potencia del t/t en VA	Clase del t/t
11.000	$11.000/\sqrt{3}$	12	110/ $\sqrt{3}$ (para todas las tensiones primarias)	Según la carga EM	En función del tipo de cliente
13.200	$13.200/\sqrt{3}$	17,5			
15.000	$16.500/\sqrt{3}$	17,5			
20.000	$22.000/\sqrt{3}$	24			
30.000	$33.000/\sqrt{3}$	36			
45.000	$44.000/\sqrt{3}$	52			
66.000	$66.000/\sqrt{3}$	72,5			
132.000	$132.000/\sqrt{3}$	145			
220.000 [1]	$220.000/\sqrt{3}$	240			
396.000 [1]	$396.000/\sqrt{3}$	420			

Características físicas: (ancho x fondo x alto) (800 x 1025 x 1740) mm; 165 kg.

Características eléctricas: 24 kV de tensión asignada y clasificación IAC: AFL

-3x TT de aislamiento seco, conforme a normas UNE y CEI.

Relación de transformación: $(16.500) \sqrt{3} / 110 \sqrt{3} \text{ V}$

1,2·U_n de sobretensión admisible en permanencia

1,9·U_n de sobretensión admisible durante 8 horas

Potencia: 15 VA

Clase de precisión: 0,5

-3x TI de aislamiento seco, conforme a normas UNE y CEI.

Relación de transformación: 30-60 / 5 A

Intensidad térmica: 200 I_n

Sobreintensidad dmisible en permanencia: F_s ≤ 5

Potencia: 15 VA

Clase de precisión: 0,5 s

- 1x celda de línea (L): provista, por un interruptor-seccionador y un seccionador de puesta a tierra con dispositivos de señalización que garantizan la ejecución de la maniobra de apertura/cierre de la línea. También disponen de pasatapas y detectores de tensión verifiquen la presencia de tensión y correspondencia de fases.

Características físicas: (ancho x fondo x alto) (365 x 735 x 1740) mm; 120 kg.



VISADO

Características eléctricas: 24 kV de tensión asignada
clasificación IAC: AFL
Intensidad asignada embarrado y en entradas/salidas: 400 A
Intensidad de corta duración (1s): 16 kA- eficaz; 40 kA-cresta
Nivel de aislamiento:
- a frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28 kV
- a impulso rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV
- capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- capacidad de corte (corriente activa): 400 A

1.7.3 Medida de energía eléctrica:

El Centro de Transformación irá dotado, de los equipos necesarios para realizar la Medida, conforme a lo indicado en normativa vigente.

El sistema de medida será de 4 hilos, con 3 transformadores de medida de tensión (TT) y 3 transformadores de medida de intensidad (TI).

Los cables de interconexión entre los secundarios de los transformadores de medida y el bloque de bornes de verificación a instalar serán de una sección mínima de 6 mm² de tal forma que, para el caso de la interconexión de tensión la caída de tensión sea inferior al uno por mil, y en la de intensidad su carga sea inferior a 4 VA o que no pueda superar el 75% de la carga de precisión de los transformadores de intensidad.

Los cables de interconexión entre los transformadores y el armario de medida serán apantallados, con la pantalla conectada a tierra en el extremo de los transformadores y en el extremo del armario se dejará aislada.

Se recomienda que exista una tierra de acompañamiento de sección suficiente para el caso de cortocircuitos a tierra entre la ubicación de los TI y el devanado primario del transformador de potencia, en este caso se conectará la pantalla a tierra en ambos extremos.

Se utilizarán 6 conductores para los circuitos de intensidad y 6 ó 4 conductores para los circuitos de tensión. La tensión de aislamiento de dichos cables será de 0,6/1kV, serán ignífugos y se instalarán siempre bajo tubo rígido o flexible, de una sección tal que permita el paso, o sustitución del cableado. El armario deberá estar puesto a la tierra de herrajes del centro a través de un cable de sección mínima de 35 mm².

El armario de medida consta de un contador tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todos estos equipos se montan dentro de un armario homologado por la compañía suministradora de energía de la zona y seguirá todas las directrices particulares que esta dictamine.

Se ubicará en el exterior de la envolvente prefabricada del C.T. para garantizar el libre acceso a personal autorizado de la compañía distribuidora.



VISADO

1.7.4 Características generales de la puesta a tierra (PaT) del CM:

El CM, en su construcción prefabricada de hormigón, dispone de una armadura metálica (mallazo electrosoldado), que permite la interconexión entre sí y el colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, da lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Se prevé la construcción de tierras generales de protección.

Tierras generales o de protección

El sistema de puesta a tierra de protección será diseñado para “protección” de las personas y equipos en el momento de producirse un fallo en la instalación o circunstancia que pueda poner en tensión aquellos puntos de la instalación que habitualmente no lo están.

Internamente, se dispondrá de una red de protección, a la cual se unirán todas las partes metálicas de la instalación, pantallas de las botellas terminales, partes metálicas de celdas de Media Tensión y de cuadros de Baja Tensión.

Todo ello se unirá a la propia armadura metálica del edificio prefabricado y se conectará al seccionamiento de puesta a tierra dispuesto en el interior del CS.

Desde el seccionador de puesta a tierra y con cable de cobre de 50 mm² desnudo, partirá la línea de tierra y el electrodo de puesta a tierra de protección, con una configuración en bucle (separado 1 metro de las paredes del CS), enterrado entre 0,5 y 0,8 metros de profundidad, con conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Se emplearán picas de cobre-acero de 2 metros de longitud y 14 mm de diámetro. El número de picas se determinará en función de las características del terreno y valores de puesta a tierra y tensiones de paso y contacto obtenidas en el apartado cálculos.

1.7.5 Instalaciones secundarias

➤ Alumbrado del interior del CT:

Se establecerán los puntos de luz necesarios para conseguir, al menos, un nivel medio de iluminación de 150 lux, existiendo un mínimo de 2 puntos de luz.

Estos puntos de luz se situarán de manera que pueda efectuarse la sustitución de las lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Los interruptores del alumbrado estarán situados en la proximidad de las puertas de acceso, con un piloto que indique su presencia. También podrán utilizarse interruptores final de carrera.



➤ Armario de primeros auxilios:

Dentro del CT se contará con los elementos básicos para realizar los primeros auxilios, estos son (entre otros): antisépticos, vendas hemoestáticas, agua oxigenada, gasas esterilizadas, suero fisiológico, esparadrapo, pinzas, tiritas, tijeras, guantes de látex o vinilo...

➤ Elementos de seguridad:

En las puertas y pantallas de protección se colocará una señal triangular que advierta del peligro eléctrico (con dimensiones y colores según RD 485/1997 de 14 de abril). Las celdas y el cuadro de BT también llevarán esta señal distintiva adhesiva, equipada en fábrica.

En un lugar bien visible dentro del CT se colocará un cartel con instrucciones básicas de primeros auxilios a prestar en caso de accidente (respiración boca-boca y masaje cardíaco). También se deberá colocar un cartel con las instrucciones escritas para la maniobra de los aparatos.

También se dispondrá de una banqueta y unos guantes, ambos aislantes, para realizar las maniobras eléctricas en el interior del CT.

1.7.6 Campos Electromagnéticos

Los Centros de Transformación y Seccionamiento se diseñarán para minimizar en el exterior de la instalación los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50Hz en los diferentes elementos de las instalaciones según lo indicado en el apartado 4.7 de ITC-RAT-14.

En la Recomendación del Consejo de la Unión Europea de 12 de julio de 1999 relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz) se definen unos niveles de referencia de la exposición para ser comparados con los valores de las cantidades medias. Estos niveles de referencia para la frecuencia de 50 Hz son:

Campo eléctrico [V/m]	Campo magnético B [μT]
5.000	100

Deberá tenerse en cuenta que las recomendaciones indicadas, sólo protegen frente a los efectos comprobados producidos por campos electromagnéticos.

La justificación del cumplimiento de los límites establecidos por la normativa de referencia en materia de campos magnéticos en la proximidad de centros de seccionamiento se realizará a partir de la extrapolación de los datos obtenidos de una medición de los niveles de campo.

Dado que la medición se deberá realizar sobre la instalación en servicio, que puede no coincidir con la capacidad total de este, deberán extrapolarse los valores medidos, tomándose los valores a 100% de carga como los más desfavorables.



En el caso que no ocupa, como se trata de un edificio aislado de cualquier emplazamiento habitado, y teniendo en cuenta que las lecturas tomadas en instalaciones de este tipo han sido siempre inferiores a $10\mu\text{T}$, valor muy inferior al límite de referencia informado de $100\mu\text{T}$.

1.8 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (C.T.)

Se proyecta la instalación de dos Centros de Transformación (CTC-1 y CTC-2) con envolvente prefabricada de hormigón, del tipo PFU-5, disponiendo en el interior de cada uno de un conjunto de celdas de M.T., un transformador de M.T./B.T. y un cuadro de B.T, principalmente.

PFU-5/24kV + 1RB·1V·1L-SF6 + Trafo éster natural 1250 kVA (MT: 15 / BT: 0,4) kV

1.8.1 Características generales de la envolvente:

- La ubicación de los CT's se determinará teniendo en cuenta el cumplimiento de las condiciones de seguridad, mantenimiento y garantía de servicio, estableciéndose los siguientes aspectos:

- El emplazamiento elegido deberá permitir el tendido, a partir de él, de todas las líneas subterráneas previstas, de entrada y salida del C.T.

- El nivel freático más alto se encontrará a 0,30 m por debajo del nivel inferior de la solera más profunda de la envolvente del CT.

- Las vías para los accesos a materiales deberán permitir el transporte, en camión, de los elementos integrantes del CT, hasta su lugar de ubicación.

- Los espacios correspondientes a ventilaciones y accesos cumplirán con las distancias reglamentarias y condiciones de la ITC-RAT 14 "Instalaciones Eléctricas de Interior" y lo establecido en el documento básico HS3 "Calidad de Aire Interior" del Código Técnico de la Edificación.

- No se podrán instalar estos centros en zonas inundables, y además se comprobará que el tramo del vial de acceso al local destinado a centro de transformación, no se halla en un fondo o badén, que eventualmente pudiera resultar inundado por fallo de su sistema de drenaje.

- Las dimensiones de la envolvente del CT deberán permitir ejecutar las maniobras propias de su explotación en condiciones óptimas para la seguridad de las personas que lo realicen, según se indica en la ITC-RAT-14. También se debe permitir el movimiento de maquinaria y personas en condiciones normales de explotación y la maniobra de sustitución de cualquiera de los elementos sin necesidad de desmontar o desplazar ningún otro elemento.



VISADO

- La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación (formadas por lamas de "V" invertida).

1.8.2 Características generales de las celdas de M.T.:

Los tipos de celda de media tensión está fabricadas bajo envolvente metálica, previstas para instalación en interior, de tensión asignada 24 kV, para una frecuencia de servicio de 50 Hz.

En los centros de transformación objeto de este anexo se utilizarán un conjunto de celdas formado del tipo 1RB·1V·1M·1V·1L.

- 1x celda de Remonte de Barras (**RB-pt**) con puesta a tierra: está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre y un seccionador de puesta a tierra del embarrado principal. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra.

Características físicas: (ancho x fondo x alto) (365 x 735 x 1740) mm; 100 kg.

Características eléctricas: 24 kV de tensión asignada y clasificación IAC: AFL



- 1x celda de protección con interruptor automático de vacío (V): La celda de interruptor automático de vacío está constituida por un módulo metálico con aislamiento en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un seccionador rotativo de tres posiciones, y en serie con él, un interruptor automático de corte en vacío, enclavado con el seccionador. La puesta a tierra de los cables de acometida se realiza a través del interruptor automático.

La conexión de cables es inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

Características físicas: (ancho x fondo x alto) (460 x 845 x 1740) mm; 218 kg.

Características eléctricas:

- 24 kV de tensión asignada
- clasificación IAC: AFL
- Intensidad asignada: 400 A
- Capacidad de corte en cortocircuito: 16 kA
- Nivel de aislamiento:
 - a frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV
 - a impulso rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV
 - capacidad de cierre (cresta): 400 A

- 1x celda de línea (L): provista, por un interruptor-seccionador y un seccionador de puesta a tierra con dispositivos de señalización que garantizan la ejecución de la maniobra de apertura/cierre de la línea. También disponen de pasatapas y detectores de tensión verifiquen la presencia de tensión y correspondencia de fases.

Características físicas: (ancho x fondo x alto) (365 x 735 x 1740) mm; 120 kg.

Características eléctricas:

- 24 kV de tensión asignada
- clasificación IAC: AFL
- Intensidad asignada embarrado y en entradas/salidas: 400 A
- Intensidad de corta duración (1s): 16 kA- eficaz; 40 kA-cresta
- Nivel de aislamiento:
 - a frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28 kV
 - a impulso rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV
 - capacidad de cierre (cresta): 40 kA
 - capacidad de corte (corriente activa): 400 A



VISADO

1.8.3 Puentes de MT:

Son conductores que conectan las celdas con el lado de M.T. del transformador, serán del tipo HEPRZ1-12/20 kV-1x95 mm² K Al, cuya sección es más que suficiente para soportar la intensidad permanente de servicio en M.T.

Se dispondrán de terminaciones adecuadas a ambos extremos (celda y trafo).

1.8.4 Características generales del Transformador:

Transformador trifásico reductor de tensión, con neutro accesible en el secundario, de potencia **1250 kVA** y **refrigeración natural con éster biodegradable (KNAN)**, de tensión primaria variable (conmutable entre 12 hasta 20 kV y regulable con saltos de 400 y 800 V) y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

Las características principales del transformador elegido son:

TIPO:	1250/24/20-12 B2 K-PE	ECO
NORMAS :	CEI 60076	
FRECUENCIA :	50 Hz	
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS		
TENSION MÁS ELEVADA MATERIAL :		
MEDIA TENSION :	24 KV	
BAJA TENSION :	1,1 KV	
POTENCIA (KVA)	1250	
TENSION (V)	PRIMARIA	20000 12000
ASIGNADA (V)	SECUNDARIA EN VACÍO	420 420
REGULACION SIN TENSION (%)	VER TABLA A PIE DE PÁGINA	
GRUPO DE CONEXION	Dyn11	
INTENSIDAD NOMINAL MT (A)	36,08 60,1	
INTENSIDAD NOMINAL BT (A)	1718,3 1718,3	
PERDIDAS EN VACÍO (W)	983 983 + 0%	
PERDIDAS EN CARGA (W)	10450 10450 + 0%	
IMPEDANCIA DE CORTOCIRCUITO (%)	6 5 ± 10%	
INTENSIDAD DE VACÍO AL 100 % DE Vn (%)	1,2 1,2 + 30%	
NIVEL DE RUIDO POTENCIA ACUSTICA (dB)	56 56	
CAIDA DE TENSION A	cos ϕ = 1	1,01 1,01
PLENA CARGA %	cos ϕ = 0,8	4,32 4,32
RENDIMIENTO (%)	CARGA 100% cos ϕ = 1	99,09 99,09
	CARGA 100% cos ϕ = 0,8	98,87 98,87
	CARGA 75% cos ϕ = 1	99,27 99,27
	CARGA 75% cos ϕ = 0,8	99,09 99,09
	CARGA 50% cos ϕ = 1	99,43 99,43
	CARGA 50% cos ϕ = 0,8	99,29 99,29
REFRIGERACION		
NIVEL DE AISLAMIENTO:		
MT / BT A FRECUENCIA INDUSTRIAL (KV)		
MT / BT EN ONDA DE CHOQUE (KV)		
TENSION INDUCIDA (KV)		
CALENTAMIENTO :		
MEDIO ARROLLAMIENTOS (K) :		
MAXIMO LIQUIDO PARTE SUPERIOR (K) :		
BOBINADOS BT/AT	TIPO	PESO (Kg)
		Aluminio / Aluminio 740
TANQUE		
CUBA ELASTICA DE ALETAS		
TRANSFORMADOR HERMETICO DE LLENADO INTEGRAL		
DIMENSIONES	LARGO (mm)	1876 ± 15mm
	ANCHO (mm)	1206 ± 15mm
	ALTO CON RUEDAS (mm)	2151 ± 15mm
LÍQUIDO DIELECTRICO	TIPO	LITROS / Kg
		Ester natural 1048 964
PESO TOTAL	(Kgr)	4651
NÚCLEO MAGNÉTICO	MATERIAL	PESO (Kg)
		Acero magnético de grano orientado 1910



REGULACIÓN	CONMUTADOR CAMBIO TENSIÓN AT	
POSICIÓN	POSICIÓN 2	POSICIÓN 1
	20000 V	12000 V
1	24000	16000
2	23200	15200
3	22400	14400
4	22000	14000
5	21600	13600
6	21200	13200
7	20800	12800
8	20400	12400
9	20000	12000

Debido a las características del material de refrigeración del transformador (éster biodegradable), no es necesario disponer de recipientes de recogida de aceite según dicta el apartado 5.1. a) de la ITC-RAT-14.

1.8.5 Puentes de BT:

Son conductores que conectan el lado de B.T. del transformador con el Cuadro de Baja Tensión (CBT) y serán del tipo RZ1-K 1/0,6 kV-1x240 mm² Al, **contando con 5 conductores por fase y 3 por el neutro**, cuya disposición y características quedan justificadas en el correspondiente apartado del documento “Cálculos”.

1.8.6 Cuadro de Baja Tensión (CBT):

Este apartado es el punto final de actuación del presente anexo de proyecto por lo que su definición se tratará en otro anexo ajeno al actual.

1.8.7 Medida de energía eléctrica:

El Centro de Transformación irá dotado, de los equipos necesarios para realizar la Medida, conforme a lo indicado en normativa vigente.

El sistema de medida será de 4 hilos, con 3 transformadores de medida de tensión (TT) y 3 transformadores de medida de intensidad (TI).

Los cables de interconexión entre los secundarios de los transformadores de medida y el bloque de bornes de verificación a instalar serán de una sección mínima de 6 mm² de tal forma que, para el caso de la interconexión de tensión la caída de tensión sea inferior al uno por mil, y en la de intensidad su carga sea inferior a 4 VA o que no pueda superar el 75% de la carga de precisión de los transformadores de intensidad.

Los cables de interconexión entre los transformadores y el armario de medida serán apantallados, con la pantalla conectada a tierra en el extremo de los transformadores y en el extremo del armario se dejará aislada.

Se recomienda que exista una tierra de acompañamiento de sección suficiente para el caso de cortocircuitos a tierra entre la ubicación de los TI y el devanado primario del transformador de potencia, en este caso se conectará la pantalla a tierra en ambos extremos.



VISADO

Se utilizarán 6 conductores para los circuitos de intensidad y 6 ó 4 conductores para los circuitos de tensión. La tensión de aislamiento de dichos cables será de 0,6/1kV, serán ignífugos y se instalarán siempre bajo tubo rígido o flexible, de una sección tal que permita el paso, o sustitución del cableado. El armario deberá estar puesto a la tierra de herrajes del centro a través de un cable de sección mínima de 35 mm².

El armario de medida consta de un contador tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todos estos equipos se montan dentro de un armario homologado por la compañía suministradora de energía de la zona y seguirá todas las directrices particulares que esta dictamine.

Se ubicará en el exterior de la envolvente prefabricada del C.T. para garantizar el libre acceso a personal autorizado de la compañía distribuidora.

1.8.8 Características generales de la puesta a tierra (PaT) del CT:

En lo referente a las líneas de puesta a tierra, electrodo, las conexiones a realizar y la acera perimetral, se deberán cumplir los siguientes aspectos.

- A la línea de tierra de protección del centro de transformación, se conectarán:
 - ❖ La cuba del transformador (es caso que el trafo tenga como refrigerante aceite), carcasa metálica del cuadro de Baja Tensión y la envolvente metálica de la aparamenta de MT conectada al cable de tierra por dos puntos.
 - ❖ Pantalla del cable de las líneas de MT.
 - ❖ Cualquier armario metálico instalado en el centro de transformación, incluyendo los armarios de telegestión y comunicaciones.
- No se conectarán a la línea de tierra de protección:
 - ❖ Las puertas y rejillas del centro.
- Para conectar estos elementos con la caja de seccionamiento del sistema de puesta a tierra de protección se emplearán los siguientes cables dependiendo del nivel de tensión de la instalación:
 - ❖ Hasta 20 kV: Cable desnudo de aleación de aluminio D 56, o cable desnudo de cobre de 50 mm² de sección (para casos en las que las líneas de puesta a tierra puedan quedar por debajo de la cota 0).
- El electrodo de puesta a tierra del neutro de BT se conectará a la caja de seccionamiento del neutro, mediante cable aislado de aluminio de 50 mm² de sección.

En la caja de unión de tierras se deberá reflejar de forma permanente la situación de explotación normal de los sistemas de puesta a tierra de protección y servicio del centro de transformación (unidos o separados), según lo que se determine en el anexo.



VISADO

Si se consideran tierras separadas en el anexo, para mantenerlos independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

Todos los conductores que van enterrados, el propio electrodo y la parte de la línea de tierra que conecta el electrodo, hasta la caja de seccionamiento serán de cobre desnudo de 50 mm².

- Los sistemas de puesta a tierra deben cumplir los requisitos siguientes:
 - Resistir los esfuerzos mecánicos y la corrosión.
 - Resistir, desde un punto de vista térmico, la corriente de falta más elevada determinada en el cálculo.
 - Garantizar la seguridad de las personas con respecto a tensiones que aparezcan durante una falta a tierra en los sistemas de puesta a tierra.
 - Proteger de daños a propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad del Centro.
 - Estos requisitos dependen fundamentalmente de:
 - Método de puesta a tierra del neutro de la red: neutro aislado, neutro puesto a tierra mediante impedancia o neutro rígido a tierra.
 - Conexión del sistema de puesta a tierra a través de las pantallas de cables. Se considera el caso de CT al que se conectan al menos una línea subterránea cuyas pantallas estén conectadas a tierra en el otro extremo (otro centro de transformación, subestación o apoyo con puesta a tierra). En adelante este caso se referirá como CT con **pantallas conectadas**.
- En todo centro de transformación cabe distinguir dos sistemas de puesta a tierra:
 - Sistema de puesta a tierra de protección, constituido por las líneas de tierra y los correspondientes electrodos de puesta a tierra que conexionan directamente a tierra las partes conductoras de los elementos de la instalación no sometidos normalmente a tensión eléctrica, pero que pudieran ser puestos en tensión por averías o contactos accidentales, a fin de proteger a las personas contra contactos con tensiones peligrosas.
 - Sistema de puesta a tierra de servicio del neutro, constituido por la línea de tierra y los correspondientes electrodos de puesta a tierra que conexionan directamente a tierra el neutro de baja tensión.
- En lo relativo a la acera perimetral del CT:

Se colocará dicha acera por todo el perímetro de la envolvente del centro, con una anchura mínima de 1 m y con un espesor de 15 cm.

Bajo dicha acera se colocará el electrodo de puesta a tierra de protección y se instalará un mallazo electrosoldado para crear una superficie equipotencial que se extenderá por el interior del centro y por la acera perimetral.



VISADO

1.8.9 Instalaciones secundarias

➤ Alumbrado del interior del CT:

Se establecerán los puntos de luz necesarios para conseguir, al menos, un nivel medio de iluminación de 150 lux, existiendo un mínimo de 2 puntos de luz.

Estos puntos de luz se situarán de manera que pueda efectuarse la sustitución de las lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Los interruptores del alumbrado estarán situados en la proximidad de las puertas de acceso, con un piloto que indique su presencia. También podrán utilizarse interruptores finales de carrera.

➤ Armario de primeros auxilios:

Dentro del CT se contará con los elementos básicos para realizar los primeros auxilios, estos son (entre otros): antisépticos, vendas hemoestáticas, agua oxigenada, gasas esterilizadas, suero fisiológico, esparadrapo, pinzas, tiritas, tijeras, guantes de látex o vinilo...

➤ Elementos de seguridad:

En las puertas y pantallas de protección se colocará una señal triangular que advierta del peligro eléctrico (con dimensiones y colores según RD 485/1997 de 14 de abril). Las celdas y el cuadro de BT también llevarán esta señal distintiva adhesiva, equipada en fábrica.

En un lugar bien visible dentro del CT se colocará un cartel con instrucciones básicas de primeros auxilios a prestar en caso de accidente (respiración boca-boca y masaje cardíaco). También se deberá colocar un cartel con las instrucciones escritas para la maniobra de los aparatos.

También se dispondrá de una banqueta y unos guantes, ambos aislantes, para realizar las maniobras eléctricas en el interior del CT.

1.8.10 Campos Electromagnéticos

Los Centros de Transformación y Seccionamiento se diseñarán para minimizar en el exterior de la instalación los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50Hz en los diferentes elementos de las instalaciones según lo indicado en el apartado 4.7 de ITC-RAT-14.

En la Recomendación del Consejo de la Unión Europea de 12 de julio de 1999 relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz) se definen



unos niveles de referencia de la exposición para ser comparados con los valores de las cantidades medias. Estos niveles de referencia para la frecuencia de 50 Hz son:

Campo eléctrico [V/m]	Campo magnético B [μ T]
5.000	100

Deberá tenerse en cuenta que las recomendaciones indicadas, sólo protegen frente a los efectos comprobados producidos por campos electromagnéticos.

La justificación del cumplimiento de los límites establecidos por la normativa de referencia en materia de campos magnéticos en la proximidad de centros de seccionamiento se realizará a partir de la extrapolación de los datos obtenidos de una medición de los niveles de campo.

Dado que la medición se deberá realizar sobre la instalación en servicio, que puede no coincidir con la capacidad total de este, deberán extrapolarse los valores medidos, tomándose los valores a 100% de carga como los más desfavorables.

En el caso que no ocupa, como se trata de un edificio aislado de cualquier emplazamiento habitado, y teniendo en cuenta que las lecturas tomadas en instalaciones de este tipo han sido siempre inferiores a 10 μ T, valor muy inferior al límite de referencia informado de 100 μ T.

1.9 SEÑALIZACIÓN DE OBRA

Se adoptarán las señalizaciones oportunas desde el comienzo hasta la finalización de la obra, mediante vallas protectoras, señales luminosas, etc. con el fin de que nadie pueda sufrir accidente alguno por introducirse involuntariamente dentro de la zona en que se estén realizando los trabajos.

1.10 VERIFICACIÓN DE INSTALACIONES

Previamente a la puesta en funcionamiento de la instalación, se han de verificar los diferentes componentes de la instalación, así como valores de resistencia de puesta a tierra y medida de las tensiones de paso y contacto del Centro de Transformación y/o Seccionamiento. También se deberán comprobar el correcto funcionamiento de la aparamenta.

Respecto a la Línea Subterránea de Media Tensión, se han de comprobar los diferentes componentes de la instalación, según establece el vigente Reglamento de Líneas de Alta Tensión ITC-LAT-05. Por tratarse de una instalación de <30kV propiedad de la Compañía Distribuidora, se necesitará:

- Verificación inicial: a realizar por el instalador.
- Inspección Periódica cada 3 años.



VISADO

Las verificaciones y ensayos a realizar en los cables instalados en redes de M.T, antes de su puesta en servicio serán los siguientes:

- a) Condiciones Generales.
- b) Comprobación de continuidad y orden de fases.
- c) Etiquetado e identificación de cable y circuito.
- d) Comprobación de la continuidad y resistencia de la pantalla.
- e) Ensayo de rigidez dieléctrica en la cubierta.
- f) Ensayo de tensión en corriente alterna.

Las verificaciones y ensayos se llevarán a cabo una vez concluida la instalación del cable y de sus accesorios y se realizarán sobre el cable con todos sus accesorios montados.

Los citados ensayos tendrán una validez de 3 meses, pasado este período sin poner en marcha la instalación deberán repetirse todos los ensayos anteriormente descritos.

En el caso de que se tenga la necesidad de quitar los tapones de los terminales enchufables para la realización de ensayos, estos deberán estar limpios y convenientemente impregnados con silicona antes de volver a montarlos.

La identificación y etiquetado de la línea se realizará con cinta de PVC de colores normalizados en cada extremo de las diferentes fases, además se colocarán pegatinas de identificación con tipo de línea y su identificación.

Los ensayos descritos deberán realizarse en presencia de la dirección facultativa, la cual deberá certificar su aprobación.

1.11 CONCLUSIÓN

La presente memoria, junto al resto de documentos del anexo, se consideran suficientes para describir y justificar las instalaciones que aquí se proyectan, a la vez se considera que dichos documentos puedan servir de base para la tramitación y autorización necesarias para su ejecución. Es por eso por lo que, en base a estos documentos, se solicita al organismo competente de la comunidad autónoma afectada por las instalaciones proyectadas, las autorizaciones pertinentes para su ejecución.

Colegiado Nº ****

Colegio Oficial de Graduados en Ingeniería de la Rama Industrial
e Ingenieros Técnicos Industriales de Valladolid

2 CÁLCULOS

2.1 CÁLCULO DEL CONDUCTOR SUBTERRÁNEO DE M.T.

El conductor subterráneo de M.T. a justificar será:

HEPRZ1 - 12/20 kV – 3x(1x240) mm² (Al)+ H16

2.1.1 Intensidad de servicio en M.T.

La intensidad en servicio permanente del primario del transformador (M.T.) viene dado por:

$$I_p = \frac{S_{trafo}}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{1250 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 15 \text{ kV}} = 48,11 \text{ A}$$

2.1.2 Intensidades máximas admisibles en régimen permanente:

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente dependen en cada caso de la temperatura máxima que el aislante pueda soportar sin alteraciones en sus propiedades eléctricas, mecánicas o químicas. Esta temperatura es función del tipo de aislamiento y del régimen de carga.

Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para el tipo de aislamiento, se especifican en la siguiente tabla.

Tipo de aislamiento	Condiciones	
	Servicio permanente, θ_s	Cortocircuito $t \leq 5s$, θ_{cc}
Etileno Propileno de alto módulo (HEPR)	105 °C para $U_0/U \leq 18/30 \text{ kV}$ 90 °C para $U_0/U > 18/30 \text{ kV}$	250 °C
Polietileno Reticulado (XLPE)	90 °C	250 °C

Las condiciones del tipo de instalaciones y la disposición de los conductores, influyen en las intensidades máximas admisibles.

Para las siguientes condiciones de instalación:

- Cable directamente enterrados.
- A 1 m de profundidad.
- Con una resistividad térmica del terreno de 1,5 K·m/W (terreno muy seco).
- Una temperatura del terreno de 25 °C (a profundidad de 1 m).

Teniendo un conductor con:

- Temperatura máxima en régimen permanente de 105 °C (aislamiento HEPR).
- Sección: 240 mm²
- Tensión de suministro (CA): 12/ 20 kV.
- Material conductor: Aluminio.
- Disposición de fase: unipolares en haz.

Para las condiciones de instalación y el tipo de conductor anterior mente citadas tenemos una corriente máxima admisible de 365 A.

Para unas condiciones distintas a las anteriores se deberán aplicar coeficientes de corrección, que son los siguientes:

- ❖ Consideramos un terreno seco, es decir, con una resistividad del terreno de 1 K·m/W, por lo que el factor es $f_1 = 1,10$.
- ❖ La agrupación de ternas de cables (instalados las ternas en distintos tubos) separados estas unos 0,2 m, arroja un factor de corrección de $f_2 = 0,83$.
- ❖ Conductores (sección < 185mm²) enterrados a 0,8 m implica un factor de $f_3 = 1,02$.

Considerando estas condiciones de instalación distintas a las de referencia, tenemos la siguiente intensidad máxima admisible en régimen permanente y por tanto queda limitada la potencia máxima a transportar (capacidad de transporte).

$$I_{\text{corregida}}^{\text{máx}} = I_{\text{base}}^{\text{máx}} \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 = 365 \cdot 1,10 \cdot 0,83 \cdot 1,02 \cong 339 \text{ A}$$

Con estas condiciones de instalación, la máxima intensidad admisible en servicio permanente es de 255 A.

$$P_{\text{máx}} = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 15.000 \cdot 339 \cdot 1 \cong 7.926,7 \text{ MW (Capacidad de transporte)}$$

La capacidad de transporte de este conductor subterráneo es de unos 7,92 MW.

2.1.3 Caída de tensión y pérdidas de potencia:

La determinación de la **caída de tensión** se realizará mediante la fórmula:

$$\Delta U (\%) = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi) \cdot \frac{100}{U} = 0,22\% (33,67 V)$$

En donde:

- U = Tensión compuesta en kV → 15 kV
- ΔU = Caída de tensión, en %
- I = Intensidad en amperios → 255 A
- L = Longitud de la línea en km. → 0,267 km
- R = Resistencia del conductor a la Temp. de servicio → 0,169 Ω/km
- X = Reactancia a frecuencia 50 Hz → 0,105 Ω/km.
- cos φ = Factor de potencia → 1 (φ= 0° -> sen φ = 0)

Por último, la pérdida de potencia producida por efecto Joule, corresponderá a la de siguiente fórmula, donde el resultado se expresa en porcentaje de potencia.

$$\Delta P (\%) = \frac{P \cdot L \cdot R}{10 \cdot U^2 \cdot \cos^2 \varphi} \cdot 100 = 0,0158 (1.251,36 W)$$

2.1.4 Intensidades máximas admisibles en cortocircuito:

En la tabla que se muestra a continuación, se indica la **densidad máxima admisible de cortocircuito**, en **A/mm²**, en los conductores de aluminio y con aislante HEPR, en función de los tiempos de duración del cortocircuito, para una tensión nominal de 12/20 kV y 18/30 kV.

Tipo de Aislamiento	Δθ* (K)	Duración del cortocircuito, t _{cc} en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

* Δθ es la diferencia entre la temperatura en servicio permanente y la temperatura de cortocircuito.

Estas intensidades se han calculado según UNE 21 192, considerando como temperatura inicial θ_i, la temperatura máxima en servicio permanente indicadas para cada tipo de aislamiento (θ_s), para HEPR, θ_s = 105 °C, y como temperatura final la de cortocircuito (θ_{cc}) para HEPR, θ_{cc} = 105 °C.

En el cálculo se considerado que todo el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores, ya que su masa es muy grande en comparación con la superficie de disipación de calor y la duración del proceso es relativamente corta (proceso adiabático).

En estas condiciones:

$$\frac{I_{cc}}{S} = \frac{K}{\sqrt{t_{cc}}}$$

En donde:

I_{cc} = corriente de cortocircuito, en amperios

S = sección del conductor, en mm^2

K = coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito.

t_{cc} = duración del cortocircuito, en segundo

Si se desea conocer la intensidad de cortocircuito para un tiempo t_{cc} , distinto a los tabulados, se aplica la fórmula anterior, donde K coincide con el valor de densidad de corriente tabulado para $t_{cc} = 1$ s, para los distintos tipos de aislamiento.

Para nuestro conductor elegido del tipo HEPRZ1-240 con 240 mm^2 de sección se tienen los siguientes valores de **intensidad de cortocircuito máxima**, en **kA**, dependiendo de la duración propia del cortocircuito.

Tipo Aislam.	$\Delta\theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, t_{cc} en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	145	67,4	47,7	38,9	30,2	27,6	21,4	17,5	15,1	13,4	12,2

Según las condiciones técnico-económicas de la compañía distribuidora, la corriente de cortocircuito trifásico (1s de duración de cortocircuito) en el punto de instalación tiene un valor de 16 kA.

El valor de intensidad máxima de corriente de cortocircuito trifásico (1s de duración) proporcionado por la empresa distribuidora, es menor que el que puede soportar el conductor para esa duración de cortocircuito, **por lo que queda justificado la elección de dicho conductor, según el criterio de intensidad máxima de cortocircuito.**

$$I_{cc}^{m\acute{a}x}(1s), \text{distribuidora} \leq I_{cc}^{m\acute{a}x}(1s), \text{teórico} \rightarrow 16 \text{ kA} \leq 21,4 \text{ kA}$$

2.1.5 Intensidades de cortocircuito admisibles en las pantallas:

En la tabla siguiente, se indican, a título orientativo, las **intensidades máximas en cortocircuito admisibles en las pantallas metálicas** del conductor con aislamiento seco del tipo HEPR, medidas en **kA**, en función del tiempo de duración del cortocircuito.

Aislamiento	Sección pantallas	Duración del cortocircuito en segundos								
	mm ²	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	16	6,08	4,38	3,58	2,87	2,12	1,72	1,59	1,41	1,32
	25	8,46	6,85	4,85	4,49	3,32	2,77	2,49	2,12	2,01

Esta tabla corresponde a un conductor con las siguientes características:

- Pantalla de hilos de cobre de 0,75 mm de diámetro, colocada superficialmente sobre la capa semiconductor exterior (alambres no embebidos).
- Sección de los hilos de las pantallas 16 mm².
- Cubierta exterior poliolefina (Z1).
- Temperatura inicial pantalla: 85 °C para aislamientos en HEPR.
- Temperatura final pantalla: 180°C, para todos los aislamientos.

Se supone en el cálculo que las temperaturas iniciales de las pantallas son 20 °C inferiores a la temperatura de los conductores.

El cálculo se ha realizado siguiendo la guía de la norma UNE 211 003, aplicando el método indicado en la norma UNE 21 192.

2.2 CÁLCULOS RELATIVOS AL C.M. (PUESTA A TIERRA)

2.2.1 Puesta a tierra de protección

Teniendo en cuenta las tensiones aplicadas máximas establecidas en el apartado 1.1 de la ITC-RAT 13, al proyectar una instalación de tierras se seguirá el procedimiento siguiente:

- 1.- Investigación de las características del suelo.
- 2.- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente de eliminación del defecto.
- 3.- Diseño preliminar de la instalación de tierra.
- 4.- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.
- 5.- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.
- 6.- Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación.
- 7.- Comprobar que las tensiones de paso y contacto calculadas en los puntos 5 y 6 son inferiores a los valores máximos admisibles definidos por las ecuaciones 1 y 2 del apartado 1.1 de la ITC-RAT 13.
- 8.- Investigación de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, blindajes decables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos, y estudio de las formas de eliminación o reducción.
- 9.- Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

Después de construida la instalación de tierra, se harán las comprobaciones y verificaciones precisas in situ, tal como se indica en el apartado 8.1 de la ITC-RAT 13 y se efectuarán los cambios necesarios que permitan alcanzar valores de tensión aplicada inferiores o iguales a los máximos admitidos.

1- Investigación de las características del suelo:

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

Naturaleza del terreno	Resistividad en $\Omega \cdot m$
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	200 a 3000
Basalto o grava	3000 a 5000

Para los cálculos realizados en este documento se estima una resistividad media del terreno $\rho_{\text{terreno}}^{\text{media}}$ de $200 \Omega \cdot m$.

2- **Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto:**

En instalaciones de Media Tensión de tercera categoría, los parámetros que determinan el estudio de faltas a tierra son los siguientes:

De la red:

- **Tipo de neutro:** el neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, o unido a ésta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- **Tipo de protecciones:** cuando se produce un defecto, éste se elimina mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé, de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirá en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 seg. También pueden usarse fusibles (detección y corte por el mismo elemento), combinados de fusible disyuntor, etc.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica, que será como mínimo de: $I_d^{\text{máx}} \text{ empírica} \geq 500 A$

3- Diseño preliminar de la instalación de tierra de protección:

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

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

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio sale de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \rightarrow R_t \leq \frac{V_{bt}}{I_d} \rightarrow R_t \leq 20 \Omega$$

Donde:

I_d intensidad de defecto a tierra [A]; *Anteriormente se justificó el valor de 500 A.*

R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

V_{bt} tensión de aislamiento en baja tensión [V]; *Se usará el valor de 10.000 V.*

El coeficiente K_r de la configuración de puesta a tierra a elegir deberá ser tal que:

$$k_r \leq \frac{R_t}{\rho_{terreno}^{media}} \rightarrow k_r \leq \frac{20}{200} \rightarrow k_r \leq 0,1$$

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

- Identificación: **código 60-35/5/82** del método de cálculo de tierras de UNESA.

- | | |
|---|---------------------|
| - Geometría del sistema: | Anillo Rectangular. |
| - Distancia de la red: | 6x3,5 m. |
| - Profundidad del electrodo horizontal: | 0,5 m. |
| - Número de picas: | 8. |
| - Longitud de las picas: | 2 m. |

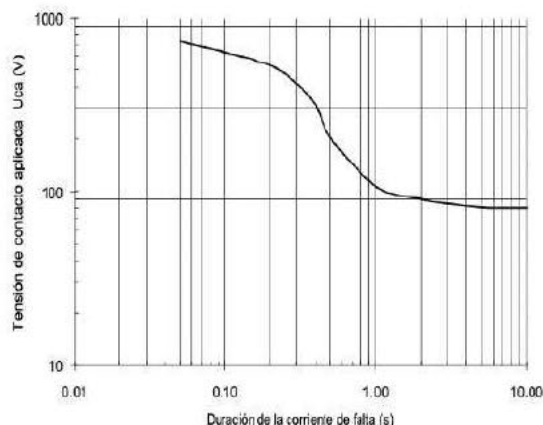
Estará constituida por un conductor desnudo de cobre de sección 50mm², que bordeará externamente la envolvente prefabricada del Centro, bajo su acera perimetral. El rectángulo que forma el conductor desnudo tiene unas dimensiones de 7x3,5 m.

En las esquinas de dicho rectángulo y en los puntos medios de sus lados se dispondrán las 8 picas de puesta a tierra.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5 m con respecto a la cota de nivelación del terreno.

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

7- Comprobar que las tensiones de paso y contacto calculadas en los puntos 5 y 6 son inferiores a los valores máximos admisibles definidos por las ecuaciones 1 y 2 del apartado 1.1 de la ITC-RAT 13.



Duración de la corriente de falta, t: (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, Uca (V)
0.05	735
0.10	633
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	204
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
> 10.00	50

Teniendo en cuenta que los valores de paso y contacto admisibles para una duración de falta igual a 0,5 seg (según la figura 1 y la tabla 1 de la ITC-RAT 13, se adjuntan ambas) tienen un valor de:

$$V_{ca} = 204 \text{ V}; \quad V_{pa} = 10 \cdot V_{ca} = 2040 \text{ V}$$

Y que:

- R_{a1} : es la resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante. Se emplea un valor de 2000Ω .
- R_{a2} : es la resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno de un pie. Se emplea la equivalencia $R_{a2} = 3 \cdot \rho_s$ donde ρ_s es la resistividad del suelo cerca de la superficie.
- Z_B : es la impedancia del cuerpo humano, tomándose un valor de 1000Ω .
- Para calcular ρ_s se parte de la resistividad del hormigón ($3000 \Omega \cdot m$) al cual se le aplica un coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial dependiente del espesor de dicha capa y de la resistividad del terreno. En este caso el valor de ρ_s , ya aplicando el coeficiente reductor es de $2269 \Omega \cdot m$ (con espesor de la capa de hormigón de 15 cm).

- Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = V_{pa} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 2 \cdot R_{a2}}{Z_B}\right) = V_{pa} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \rho_s}{1000}\right) \rightarrow V_p = 29.812,56 \text{ V}$$

- Tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = V_{pa} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot \rho_{terreno}^{media} + 3 \cdot \rho_s}{1000}\right) \rightarrow V_{p(acc)} = 17.150,3 \text{ V}$$

- Tensión de contacto en el exterior:

Se usa la siguiente fórmula ya que son de prever contactos del cuerpo humano con partes metálicas no activas que puedan ponerse a distinto potencial, por lo que se considera $\rho_s=0$ y no se considera ninguna resistencia adicional.

$$V_c = V_{ca} \cdot \left(1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 \cdot Z_B}\right) = V_{ca} \cdot \left(1 + \frac{1,5 \cdot \rho_s}{1000}\right) \rightarrow V_c = 898,31 \text{ V}$$

*Se verifica que los valores calculados son inferiores a los valores admisibles:

- Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V'p = 1600 \text{ V} < V_p = 29812,5 \text{ V}$$

- Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'p (\text{acc}) = 3320 \text{ V} < V_p (\text{acc}) = 17150,3 \text{ V}$$

- Tensión de defecto:

$$V'd = I_d \cdot R_t = 500 \cdot 14,8 = 7400 \text{ V} < V_{bt} = 10.000 \text{ V}$$

Por tanto, se verifica que el electrodo elegido para las tierras de protección del centro cumple con los requisitos reglamentarios.

8- Investigación de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos, y estudio de las formas de eliminación o reducción.

Como medidas adicionales a adoptar en edificios prefabricados, para mejorar las tensiones de contacto, se tienen las siguientes:

-Aislar las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del C.T., de forma que no tengan contacto eléctrico con masa susceptibles de quedar sometidas a tensión en caso de defecto.

-Construcción de una acera perimetral de hormigón como mínimo 1 m de anchura y 15 cm de espesor, en cuyo interior estará embebido un mallado electrosoldado de 30 cm x 30 cm. Para este diseño no existe peligro por tensión de contacto al considerarse que los pies y la mano de la persona que pueda tocar una masa metálica exterior del edificio, estarán al mismo potencial.

9- Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

Así mismo, esta configuración podrá ser modificada cuando se ejecute la obra si al realizar las medidas de la resistencia a tierra y las tensiones de paso y contacto estas superasen los valores máximos admisibles calculados.

2.3 CÁLCULOS RELATIVOS A LOS C.T. (PUESTA A TIERRA)

2.3.1 Puesta a tierra de protección

Teniendo en cuenta las tensiones aplicadas máximas establecidas en el apartado 1.1 de la ITC-RAT 13, al proyectar una instalación de tierras se seguirá el procedimiento siguiente:

- 1.- Investigación de las características del suelo.
- 2.- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente de eliminación del defecto.
- 3.- Diseño preliminar de la instalación de tierra.
- 4.- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.
- 5.- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.
- 6.- Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación.
- 7.- Comprobar que las tensiones de paso y contacto calculadas en los puntos 5 y 6 son inferiores a los valores máximos admisibles definidos por las ecuaciones 1 y 2 del apartado 1.1 de la ITC-RAT 13.
- 8.- Investigación de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, blindajes decables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos, y estudio de las formas de eliminación o reducción.
- 9.- Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

Después de construida la instalación de tierra, se harán las comprobaciones y verificaciones precisas in situ, tal como se indica en el apartado 8.1 de la ITC-RAT 13 y se efectuarán los cambios necesarios que permitan alcanzar valores de tensión aplicada inferiores o iguales a los máximos admitidos.

1- Investigación de las características del suelo:

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

Naturaleza del terreno	Resistividad en $\Omega \cdot m$
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	200 a 3000
Basalto o grava	3000 a 5000

Para los cálculos realizados en este documento se estima una resistividad media del terreno $\rho_{\text{terreno}}^{\text{media}}$ de $200 \Omega \cdot m$.

2- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto:

En instalaciones de Media Tensión de tercera categoría, los parámetros que determinan el estudio de faltas a tierra son los siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro: el neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, o unido a ésta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones: cuando se produce un defecto, éste se elimina mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé, de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirá en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 seg. También pueden usarse fusibles (detección y corte por el mismo elemento), combinados de fusible disyuntor, etc.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica, que será como mínimo de: $I_d^{\text{máx}} \text{ empírica} \geq 500 A$

3- Diseño preliminar de la instalación de tierra de protección:

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

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

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio sale de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \rightarrow R_t \leq \frac{V_{bt}}{I_d} \rightarrow R_t \leq 20 \Omega$$

Donde:

I_d intensidad de defecto a tierra [A]; *Anteriormente se justificó el valor de 500 A.*

R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

V_{bt} tensión de aislamiento en baja tensión [V]; *Se usará el valor de 10.000 V.*

El coeficiente K_r de la configuración de puesta a tierra a elegir deberá ser tal que:

$$k_r \leq \frac{R_t}{\rho_{terreno}^{media}} \rightarrow k_r \leq \frac{20}{200} \rightarrow k_r \leq 0,1$$

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

- Identificación: **código 70-35/5/82** del método de cálculo de tierras de UNESA.

- | | |
|---|---------------------|
| - Geometría del sistema: | Anillo Rectangular. |
| - Distancia de la red: | 7x3,5 m. |
| - Profundidad del electrodo horizontal: | 0,5 m. |
| - Número de picas: | 8. |
| - Longitud de las picas: | 2 m. |

Estará constituida por un conductor desnudo de cobre de sección 50mm², que bordeará externamente la envolvente prefabricada del Centro, bajo su acera perimetral. El rectángulo que forma el conductor desnudo tiene unas dimensiones de 7x3,5 m.

En las esquinas de dicho rectángulo y en los puntos medios de sus lados se dispondrán las 8 picas de puesta a tierra.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5 m con respecto a la cota de nivelación del terreno.

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

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

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0,07 \Omega/(\Omega \cdot m);$$

$$K_p = 0,0149 V/(\Omega \cdot m \cdot A);$$

$$K_c = K_p(\text{acc}) = 0,0311 V/(\Omega \cdot m \cdot A);$$

- Esta configuración cumple que el parámetro K_r es inferior al máximo calculado, además se tiene consciencia de las dimensiones de la envolvente del centro.

4- Cálculo de la resistencia del sistema de puesta a tierra:

El valor real de la resistencia de puesta a tierra según la configuración UNESA elegido será:

$$R'_t = K_r \cdot \rho_{\text{terreno}}^{\text{media}} \rightarrow R'_t = 0,07 \cdot 200 \rightarrow R'_t = 14 \Omega$$

5- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

La tensión de paso en el exterior del centro de seccionamiento será de:

$$V'_p = K_p \cdot \rho_{\text{terreno}}^{\text{media}} \cdot I_d \rightarrow V'_p = 0,0149 \cdot 200 \cdot 500 \rightarrow V'_p = 1490 V$$

6- Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación

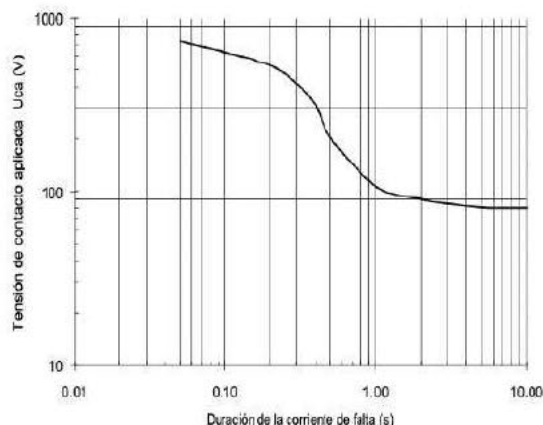
El piso del centro y la acera perimetral contarán con una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, estará sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo.

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

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de contacto exterior.

$$V'_{p \text{ acc}} = V'_c = K_c \cdot \rho_{\text{terreno}}^{\text{media}} \cdot I_d \rightarrow V'_{p \text{ acc}} = 0,0311 \cdot 200 \cdot 500 \rightarrow V'_{p \text{ acc}} = V'_c = 3110 V$$

7- Comprobar que las tensiones de paso y contacto calculadas en los puntos 5 y 6 son inferiores a los valores máximos admisibles definidos por las ecuaciones 1 y 2 del apartado 1.1 de la ITC-RAT 13.



Duración de la corriente de falta, t: (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, Uca (V)
0.05	735
0.10	633
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	204
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
> 10.00	50

Teniendo en cuenta que los valores de paso y contacto admisibles para una duración de falta igual a 0,5 seg (según la figura 1 y la tabla 1 de la ITC-RAT 13, se adjuntan ambas) tienen un valor de:

$$V_{ca} = 204 \text{ V}; \quad V_{pa} = 10 \cdot V_{ca} = 2040 \text{ V}$$

Y que:

- R_{a1} : es la resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante. Se emplea un valor de 2000Ω .
- R_{a2} : es la resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno de un pie. Se emplea la equivalencia $R_{a2} = 3 \cdot \rho_s$ donde ρ_s es la resistividad del suelo cerca de la superficie.
- Z_B : es la impedancia del cuerpo humano, tomándose un valor de 1000Ω .
- Para calcular ρ_s se parte de la resistividad del hormigón ($3000 \Omega \cdot m$) al cual se le aplica un coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial dependiente del espesor de dicha capa y de la resistividad del terreno. En este caso el valor de ρ_s , ya aplicando el coeficiente reductor es de $2269 \Omega \cdot m$ (con espesor de la capa de hormigón de 15 cm).

- Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = V_{pa} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 2 \cdot R_{a2}}{Z_B} \right) = V_{pa} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \rho_s}{1000} \right) \rightarrow V_p = 29.812,56 \text{ V}$$

- Tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = V_{pa} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot \rho_{terreno}^{media} + 3 \cdot \rho_s}{1000} \right) \rightarrow V_{p(acc)} = 17150,3 \text{ V}$$

- Tensión de contacto en el exterior:

Se usa la siguiente fórmula ya que son de prever contactos del cuerpo humano con partes metálicas no activas que puedan ponerse a distinto potencial, por lo que se considera $\rho_s=0$ y no se considera ninguna resistencia adicional.

$$V_c = V_{ca} \cdot \left(1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 \cdot Z_B}\right) = V_{ca} \cdot \left(1 + \frac{1,5 \cdot \rho_s}{1000}\right) \rightarrow V_c = 898,31 \text{ V}$$

*Se verifica que los valores calculados son inferiores a los valores admisibles:

- Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V'_p = 1490 \text{ V} < V_p = 29812,56 \text{ V}$$

- Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_p (\text{acc}) = 3110 \text{ V} < V_p (\text{acc}) = 17150,3 \text{ V}$$

- Tensión de defecto:

$$V'd = I_d \cdot R_t = 500 \cdot 14 = 7000 \text{ V} < V_{bt} = 10.000 \text{ V}$$

Por tanto, se verifica que el electrodo elegido para las tierras de protección del centro cumple con los requisitos reglamentarios.

8- Investigación de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos, y estudio de las formas de eliminación o reducción.

Como medidas adicionales a adoptar en edificios prefabricados, para mejorar las tensiones de contacto, se tienen las siguientes:

-Aislar las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del C.T., de forma que no tengan contacto eléctrico con masa susceptibles de quedar sometidas a tensión en caso de defecto.

-Construcción de una acera perimetral de hormigón como mínimo 1 m de anchura y 15 cm de espesor, en cuyo interior estará embebido un mallado electrosoldado de 30 cm x 30 cm. Para este diseño no existe peligro por tensión de contacto al considerarse que los pies y la mano de la persona que pueda tocar una masa metálica exterior del edificio, estarán al mismo potencial.

9- Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

Así mismo, esta configuración podrá ser modificada cuando se ejecute la obra si al realizar las medidas de la resistencia a tierra y las tensiones de paso y contacto estas superasen los valores máximos admisibles calculados.

2.3.2 Puesta a tierra de servicio (del neutro)

El criterio de selección de la tierra de servicio es el de no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V (según marca el reglamento de BT para este tipo de local), cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 300 mA.

Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a:

$$R_{t \text{ servicio}} \leq \frac{V_{\text{local}}^{\text{max}}}{I_{\text{diferencial}}} \leq \frac{24 \text{ V}}{300 \text{ mA}} \leq 80 \Omega$$

Por lo que la configuración y tipo de electrodo a elegir deberá cumplir que:

$$K_r \leq \frac{R_{t \text{ servicio}}}{\rho_{\text{terreno}}^{\text{media}}} \leq \frac{80 \Omega}{200 \Omega \cdot \text{m}} \leq 0,4 \Omega / \Omega \cdot \text{m}$$

Dicho esto, las características del sistema de puesta a tierra de servicio elegido, según el método UNESA son:

- Identificación: 5/32 (según método UNESA)
- Profundidad de las picas: 0,5 m
- Número de picas: 3 picas
- Longitud de picas: 2 metros
- Geometría: Hilera de picas alineadas unidas por conductor de Cu de 50 mm².
- Separación entre picas alineadas: 3 metros.

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,135$
- $K_c = 0,0252$

Con esta configuración de puesta a tierra de servicio, la resistencia de puesta a tierra del neutro sería de:

$$R_{t \text{ servicio}} = K_r \cdot \rho_{\text{terreno}}^{\text{media}} \rightarrow R_{t \text{ servicio}} = 0,135 \cdot 200 \rightarrow R_{t \text{ servicio}} = 27 \Omega$$

2.3.3 Separación de los sistemas de Puesta a Tierra (Protección-Servicio)

Para garantizar que el sistema de puesta a tierra de protección no transfiera tensiones al sistema de tierras de servicio, evitando que así afecte a los usuarios, debe establecerse una separación entre los puntos más próximos de los electrodos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000 V.

En este caso la tensión de defecto del sistema de protección es de:

$$V_d = R_{t\text{ protecc}} \cdot I'_d (AT) = 17 \, \Omega \cdot 500 \, A = 7000 \, V$$

Por lo que obliga a separar ambos sistemas de puesta a tierra.

La mínima distancia de esta separación será de:

$$D_{min} = \frac{\rho_{terreno}^{media} \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} = \frac{200 \cdot 500}{2000 \cdot \pi} = 15,9 \, m$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

2.4 CÁLCULO DE PUENTES DE BT

La conexión entre el trafo de potencia y el cuadro de BT se realizará con conductor unipolar del tipo XZ1 de aluminio y tensión 0,6/1 kV.

Se define una sección para estos conductores de 240 mm².

El método de instalación de los conductores de los puentes de BT será al aire, no pudiendo instalarse adosados a la pared mediante ningún soporte.

La intensidad que deberán soportar dichos conductores dependerá de la potencia del transformador instalado, siendo en este caso:

$$I = \frac{S_{kVA}}{\sqrt{3} \cdot U_{kV}} = \frac{1250 \, kVA}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \, kV} = 1804,2 \, A$$

El conductor a utilizar XZ1 0,6/1 kV 1x240 mm² (Al) soporta una intensidad máxima de 390 A.

Por lo que se deberá disponer de 5 conductores por fase y 3 conductores para el neutro.

Puentes de BT: XZ1 0,6/1 kV /(Al) – 3x[5x(1x240)] mm² +3x(1x240)mm²

2.5 CONCLUSIÓN

Los cálculos presentados en este documento se consideran suficientemente válidos como justificación de las instalaciones proyectadas.

Colegiado Nº ****

Colegio Oficial de Graduados en Ingeniería de la Rama Industrial
e Ingenieros Técnicos Industriales de Valladolid

3 PRESUPUESTO

❖ 1.- PRES. PARCIAL: NUEVO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

CANT.		DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN	P.UNIT.	IMPORTE
1 00	UD	EXCAVACION ENVOLVENTE SUPERFICIE CT 2T O (CR/CS<7M)	Excavación para la instalación de la envolvente de un pre abricado que albergue hasta 2 tra o	1 850 60 €	1 850 60 €
1 00	UD	ENVOLVENTE PREFAB. PFU-4 PARA CT	Envolvente para centro de trans ormación pre abricado monobloque de hormigón armado de 4460x3180x3046 mm apto para contener hasta dos trans ormadores y la aparamenta necesaria ncluso transporte y descarga otalmente montado	8 550 10 €	8 550 10 €
1 00	UD	CONJUNTO CELDAS (1RB-1V-1M-1L)-SF6-24	Conjunto de celdas de media tensión (24 kV tensión asignada) Formada por una celda de remonte de barras con puesta a tierra (1RB-pt) una celda de protección con interruptor automático (1V) una celda de medida (1M) y una celda de l nea (1L) ncluye transporte descarga y montaje con todos los accesorios necesarios para su correcta instalación otalmente montada e instalada	23 500 00 €	23 500 00 €
26 80	M	CONSTRUCCION ACERA PERIMETRAL (PERIMETRO+5)	Ejecución de la acera perimetral (con mallazo electrosoldado embebido) de un m nimo de 1 0 m de anchura con respecto a las paredes de la envolvente pre abricada	50 52 €	1 353 94 €
1 00	UD	PAT HERRAJES CT TIPO CTC,CTIC,CTIN,CSECC (ENTERRADO)	Ejecución de la puesta a tierra de protección (herrajes) del centro mediante electrodo enterrado y picas hincadas de cobre según especi icaciones del anexo	515 30 €	515 30 €
1 00	UD	PAT HERRAJES VISIBLE DE CU EN INTERIOR CT	Puesta a tierra visible de los herrajes en interior del C con cable de Cu otalmente instalado y montado incluso pequeño material	104 87 €	104 87 €
2 00	UD	INST/SUST CAJAS TIERRAS/NEUTRO CT	nstalación/Sustitución de caja para veri icación de medida de puesta a tierra (protección/neutro) otalmente instalado y montado incluso pequeño material	16 95 €	33 90 €
1 00	UD	MEDICION TENS PASO-CONTACTO (INCL. RESISTENCIA PAT)	Medición de tensiones de paso y contacto del centro incluyendo la veri icación de la resistencia de puesta a tierra odo ella a ejecutar por empresa especializada	80 13 €	80 13 €
1 00	UD	CUADRO TARIFICADOR	Cuadro con contador tari icador electronico multi unción un registrador electrónico y una regleta de veri icación odo ello va en el interior de un armario homologado por la compa ña siguiendo sus instrucciones de instalación ncluye armario e instalación hasta los equipos de medida interior otalmente montado	3 432 00 €	3 432 00 €
				SUMA	39.420,84 €

❖ 2. PRES. PARCIAL: NUEVOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

CANT.	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN	P.UNIT.	IMPORTE
2 00	UD	EXCAVACION ENVOLVENTE SUPERFICIE CT 2T O (CR/CS<7M)	Excavación para la instalación de la envolvente de un pre abricado que albergue hasta 2 tra o	1 850 60 € 3 701 20 €
2 00	UD	ENVOLVENTE PREFAB. PFU-5 PARA CT	Envolvente para centro de transformación pre abricado monobloque de hormigón armado de 6080x2380x3045 mm apto para contener hasta dos transformadores y la aparamenta necesaria ncluso transporte y descarga otalmente montado	9 310 84 € 18 621 68 €
2 00	UD	CONJUNTO CELDAS (1RB-1V-1L)-SF6-24	Conjunto de celdas de media tensión (24 kV tensión asignada) Formada por una celda de remonte de barras con puesta a tierra (1RB-pt) una celda de protección con interruptor automático (2V) y una celda de l nea (1L) ncluye transporte descarga y montaje con todos los accesorios necesarios para su correcta instalación otalmente montada e instalada	20 100 00 € 40 200 00 €
2 00	UD	JUEGO PUENTES AT 3x95 MM2	Juego de puentes de A (3 ases unipolares) de aislamiento seco HEPRZ1 de tensión de aislamiento 12/20 kV de 95 mm2 en Al con sus correspondientes elementos de conexión Longitud necesaria Botellas aisladas terminales y mano de obra de montaje y conexión otalmente instalado y conectado incluye pequeño material	720 00 € 1 440 00 €
2 00	UD	TRAFO ESTER VEGETAL 1250 KVA	Suministro e instalación de transformador en éster vegetal de 1250 kVA con tensión asignada de aislamiento 24 kV 20-15-13 2/0 4 kV otalmente instalado y montado incluyendo pruebas de puesta en marcha transporte y descarga	37 160 00 € 74 320 00 €
2 00	UD	JUEGO PUENTES BT 5x(1x240)+3x240 MM2	Juego de puentes de B de 5 conductores por ase (de 240 mm2) y 3 conductores para el neutro (de sección 240 mm2) de aislamiento XLPE y tensión 0 6/1 kV de Al con sus correspondientes elementos de conexión Longitud necesaria Botellas aisladas terminales y mano de obra de montaje y conexión otalmente instalado y conectado incluye pequeño material	1 012 00 € 2 024 00 €
44 12	M	CONSTRUCCION ACERA PERIMETRAL (PERIMETRO+5)	Ejecución de la acera perimetral (con mallazo electrosoldado embebido) de un m nimo de 1 0 m de anchura con respecto a las paredes de la envolvente pre abricada	50 52 € 2 228 94 €
2 00	UD	PAT HERRAJES CT TIPO CTC,CTIC,CTIN,CSECC (ENTERRADO)	Ejecución de la puesta a tierra de protección (herrajes) del centro mediante electrodo enterrado y picas hincadas de cobre según especi icaciones del proyecto	490 30 € 980 60 €
2 00	UD	PAT NEUTRO PARA TODOS CTS (ENTERRADO)	Medición de tensiones de paso y contacto del centro incluyendo la veri icación de la resistencia de puesta a tierra odo ella a ejecutar por empresa especializada	280 50 € 561 00 €
2 00	UD	PAT HERRAJES VISIBLE DE CU EN INTERIOR CT	Puesta a tierra visible de los herrajes en interior del C con cable de Cu otalmente instalado y montado incluso pequeño material	104 87 € 209 74 €
2 00	UD	PAT NEUTRO VISIBLE EN INTERIOR CT	Puesta a tierra visible de los herrajes en interior del C con cable de Cu otalmente instalado y montado incluso pequeño material	18 45 € 36 90 €
4 00	UD	INST/SUST CAJAS TIERRAS/NEUTRO CT	nstalación/Sustitución de caja para veri icación de medida de puesta a tierra (protección/neutro) otalmente instalado y montado incluso pequeño material	15 90 € 63 60 €
2 00	UD	MEDICION TENS PASO-CONTACTO (INCL. RESISTENCIA PAT)	Medición de tensiones de paso y contacto del centro incluyendo la veri icación de la resistencia de puesta a tierra odo ella a ejecutar por empresa especializada	79 13 € 158 26 €
			SUMA	144.545,92 €



VISADO

23/12/2022

Pág. 54 de 70

❖ 3. PRES. PARCIAL: **NUEVO TRAMO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE M.T.**

CANT.	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN	P.UNIT.	IMPORTE
267 00	M	TENDIDO CABLE HEPRZ112/20KV 3(1X240),TUBO,BAN,GALE,CANA L	Material y tendido de conductor HEPRZ1 12/20 kV 3(1x240)mm2 ncluye tendido por di erentes sistemas tubo bandeja galer a canal atarjea ncluye accesorios y elementos auxiliares otalmente montado e instalado	14 70 € 3 924 90 €
18 00	UD	MATERIAL 1 CONECTOR SEPARABLE ATORNILLABLE 12/20KV	ncluye todo el material de un conector separable atornillable para terminación interior con un nivel de tensión 12/20 kV Conecta el conductor subterráneo con aislamiento seco a la celda de M correspondiente ncluye accesorios y elementos auxiliares	56 73 € 1 021 14 €
18 00	UD	CONFECCION 1 TERMINACION HASTA 30 KV	Con ección de una terminación tanto para interior como para exterior otalmente montado e instalado	43 25 € 778 50 €
3 00	UD	ENSAYO COMPROBACION DE CABLES HASTA 26/45 KV	Comprende todos los ensayos necesarios para la comprobación del cableado aislado con tensión asignada hasta 26/45 kV Una unidad incluye los ensayos de una tema de cables unipolares A realizar por empresa especializada	500 80 € 1 502 40 €
			SUMA	7.226,94 €

❖ 4. PRES. PARCIAL: **CANALIZACIÓN**

CANT.	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN	P.UNIT.	IMPORTE
230 00	M	CANALIZ. 2 TUBOS-160 HORIZ. EN ACERA/TIERRA ASIENTO AREN	Apertura de zanja y tendido de 2 tubos (en plano horizontal) de 160 mm de diámetro y material HPE en todo su recorrido a la pro unidad correspondiente Asiento de arena	45 69 € 10 508 70 €
20 00	M	CANALIZ. 2 TUBOS-160 HORIZ. EN CALZADA	Apertura de zanja y tendido de 2 tubos (en plano horizontal) de 160 mm de diámetro y material HPE en todo su recorrido a la pro unidad correspondiente En calzada (tubos hormigonados)	60 51 € 1 210 20 €
105 00	M2	PAVIMENTACION ASFALTO CALZADA/ACERA	Reposición de pavimento previo (as alto) en todo el ancho a ectado por la canalización Debe ser uni orme con pavimento existente sin dejar sobreelevaciones apreciables al trá ico rodado	19 40 € 2 037 00 €
9 00	UD	ARQUETA REGIST. IN SITU. CALZADA/JARD/ACERA	Realización de arqueta registrable de obra civil de tipo registrable Se tapan los tubos vac os y se obturará con espuma de alto módulos los que alberguen cableado ncluye material y elementos auxiliares	265 00 € 2 385 00 €
9 00	UD	COLOCACION MARCO Y TAPA DE ARQUETA	nstalación de marco y tapa de arqueta otalmente montado e instalado ncluye pequeño material	130 30 € 1 172 70 €
			SUMA	17.313,60 €



VISADO

23/12/2022

Pág.55 de 70

3.1 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CAPÍTULOS	SUBTOTALES
1.- NUEVO CENTRO DE MEDIDA	39.420,84 €
2.- NUEVOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	144.545,92 €
3.- NUEVO TRAMO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE M.T.	7.226,94 €
4.- CANALIZACIÓN	17.313,60 €
TOTAL PRESUPUESTO (€)	208.507,30 €

El total de este presupuesto es de: **DOSCIENTOS OCHO MIL QUINIENTOS SIETE EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS DE EURO (208.507,30 €).**

Colegiado Nº ****

Colegio Oficial de Graduados en Ingeniería de la Rama Industrial
e Ingenieros Técnicos Industriales de Valladolid



VISADO

Sin Verificación Electrónica: *****

Pág. 56 de 70

4 PLANOS

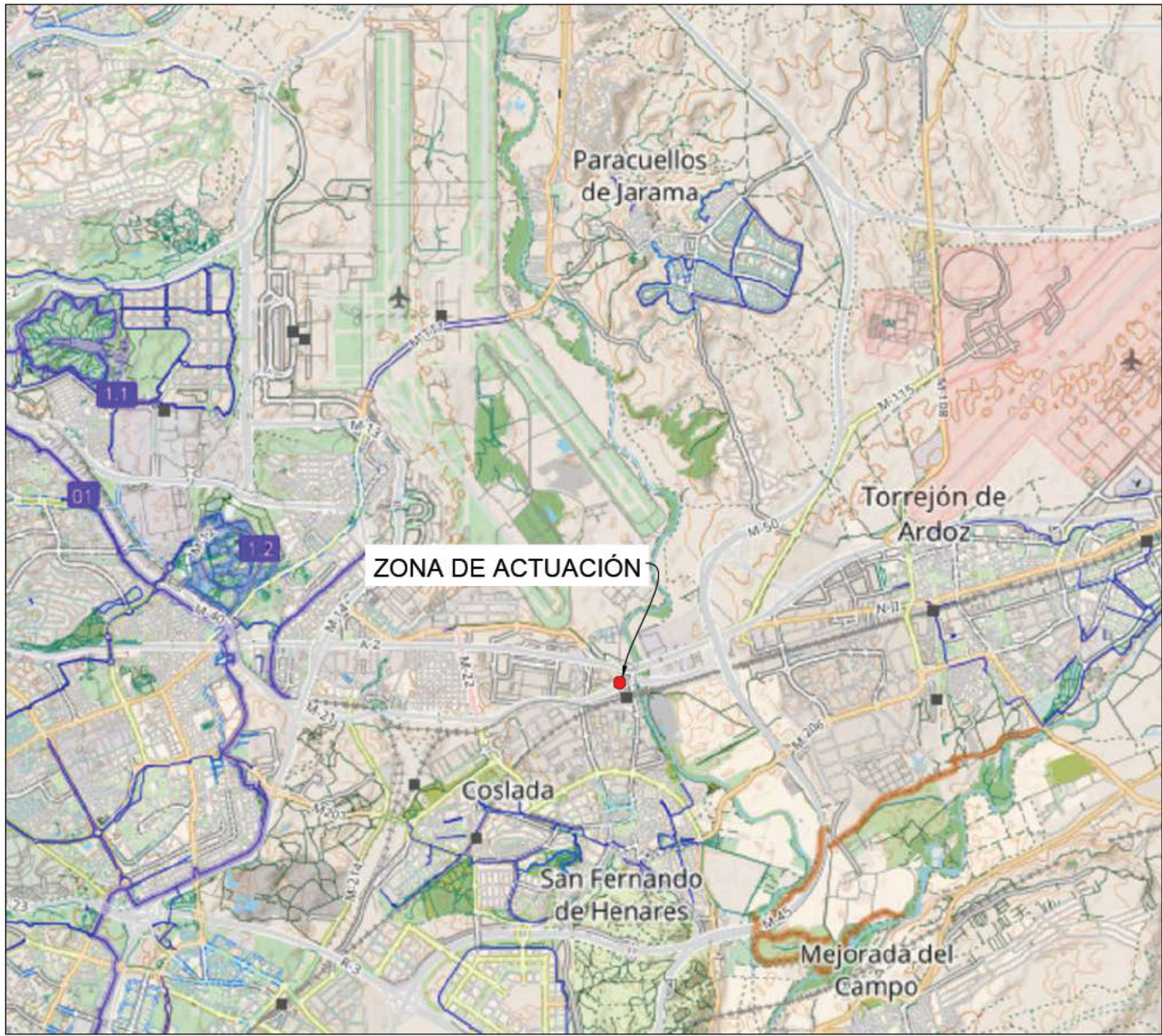
Nº PLANO	TÍTULO DE PLANO	FORMATO: A3
I INSTALACIONES ELECTRICIDAD.		
20221016. IE01 V01	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.	VARIAS
20221016. IE02 V01	INSTALACIONES PROYECTADAS DE M.T. PLANO GENERAL.	1:1000
20221016. IE02.1 V01	INSTALACIONES PROYECTADAS DE M.T. PLANO DETALLE 1.	1:250
20221016. IE02.2 V01	INSTALACIONES PROYECTADAS DE M.T. PLANO DETALLE 2.	1:250
20221016. IE02.3 V01	INSTALACIÓN PUESTA A TIERRA DE C.T. PLANO DETALLE 2.	1:250
20221016. IE03 V01	CANALIZACIONES PROYECTADAS. PLANO GENERAL.	1:1000
20221016. IE03.1 V01	CANALIZACIONES PROYECTADAS. PLANO DETALLE 1.	1:250
20221016. IE03.2 V01	CANALIZACIONES PROYECTADAS. PLANO DETALLE 2.	1:250
20221016. IE04 V01	CENTRO DE MEDIDA EN MEDIA TENSIÓN DE ABONADO. OBRA CIVIL.	1:40
20221016. IE05 V01	CENTRO DE MEDIDA EN MEDIA TENSIÓN DE ABONADO. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.	1:40
20221016. IE06 V01	CENTRO DE MEDIDA. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.	1:30
20221016. IE07 V01	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE ABONADO. OBRA CIVIL.	1:40
20221016. IE08 V01	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE ABONADO. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.	1:40
20221016. IE09 V01	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.	1:75



VISADO

Sin Verificación Electrónica: *****

23/12/2022
Pág. 57 de 70



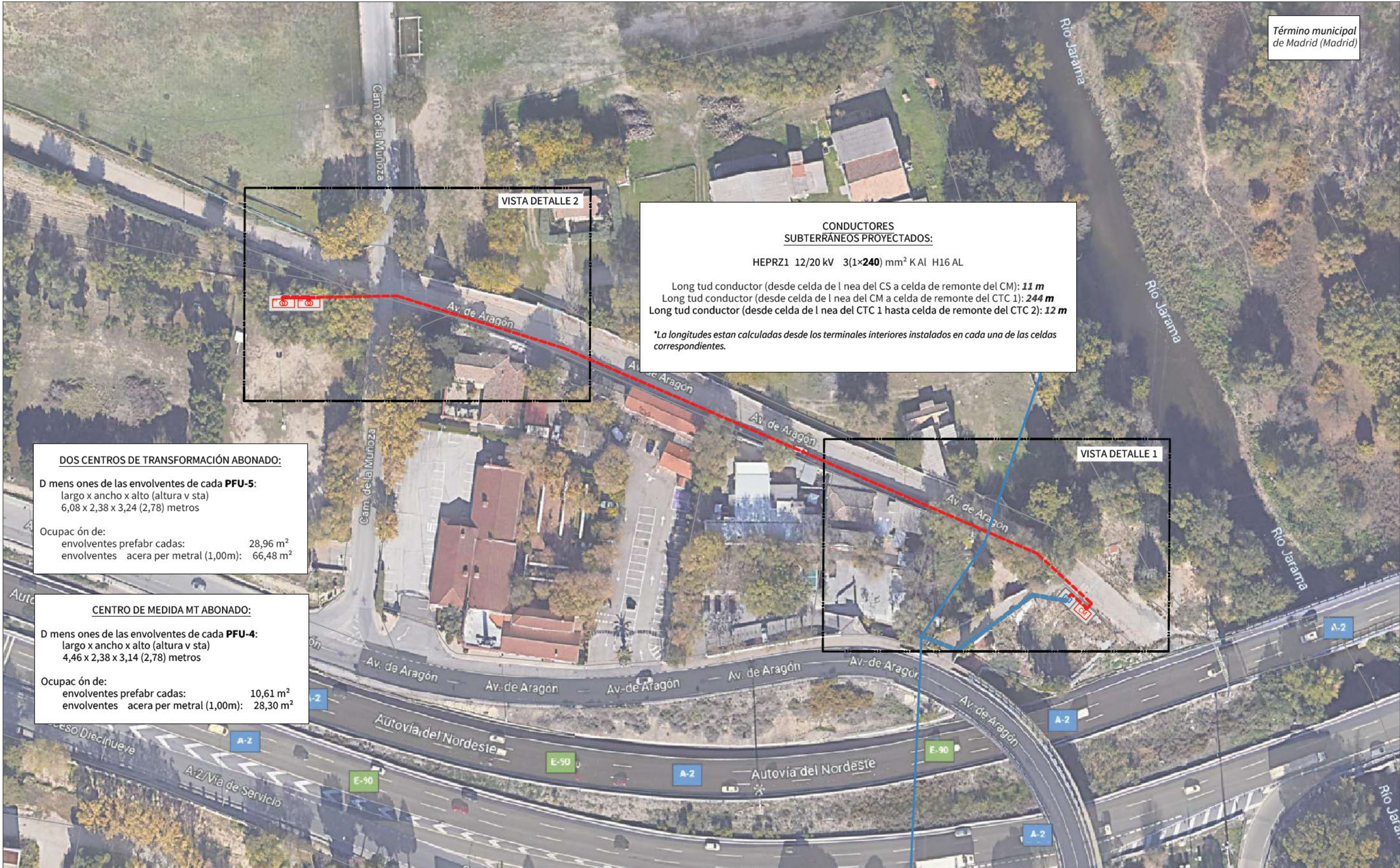
ESCALA 1:5000

PROMOTOR:	TÉCNICO REDACTOR: ***** ***** INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL	PROYECTO: ANEXO 2 DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE M.T. DEL PROYECTO DE ESTACIÓN DE RECARGA ULTRA RÁPIDA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS. CAMINO DE LA MUÑOZA ,359, C.P. 28042, MADRID		
	Nº COLEGIADO: ****	PLANO: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	COD. PROYECTO: ***** RESTAURANTE AS MORERAS MADR D	
		U M E RS89 (H30): X 454589 Y 4477602	ESCALA: VARIAS	
		REV: 20221016.V01 FEC: NOV.2022	Nº Plano: IE01	



ISO A3

ESCALA 1:100000



Término municipal de Madrid (Madrid)

VISTA DETALLE 2

CONDUCTORES SUBTERRÁNEOS PROYECTADOS:
HEPRZ1 12/20 kV 3(1×240) mm² KAl H16 AL

Longitud conductor (desde celda de línea del CS a celda de remonte del CM): **11 m**
Longitud conductor (desde celda de línea del CM a celda de remonte del CTC 1): **244 m**
Longitud conductor (desde celda de línea del CTC 1 hasta celda de remonte del CTC 2): **12 m**

**La longitudes están calculadas desde los terminales interiores instalados en cada una de las celdas correspondientes.*

VISTA DETALLE 1

DOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN ABONADO:

Dimensiones de las envolventes de cada **PFU-5**:
largo x ancho x alto (altura vsta)
6,08 x 2,38 x 3,24 (2,78) metros

Ocupación de:
envolventes prefabricadas: 28,96 m²
envolventes acera perimetral (1,00m): 66,48 m²

CENTRO DE MEDIDA MT ABONADO:

Dimensiones de las envolventes de cada **PFU-4**:
largo x ancho x alto (altura vsta)
4,46 x 2,38 x 3,14 (2,78) metros

Ocupación de:
envolventes prefabricadas: 10,61 m²
envolventes acera perimetral (1,00m): 28,30 m²

LEYENDA:

- Línea Aérea de Medida y Tensión (L.A.M.T.) ex stente
- Apoyo de L.A.M.T.
- Línea Subterránea de Medida y Tensión (L.S.M.T.) ex stente
- Centro de Seccionamiento (C.S.) con acera perimetral
- Centro de Medida (C.M.) con acera perimetral proyectado
- Línea Subterránea de Medida y Tensión (L.S.M.T.) proyectada
- Centros de Transformación (C.T.) con acera perimetral proyectados

Ingenieros VA Visado Nº: 3353/22E Fecha: 23/12/2022 Colegiado/s Nº: 3561 -

Cód. Verificación Electrónica: ****

VISADO

23/12/2022
Pág. 59 de 70

PROMOTOR:
G

TÉCNICO REDACTOR:

***** INGENIERO
TÉCNICO INDUSTRIAL

Nº COLEGIADO: ****
zunder Charging Hero

PROYECTO:
ANEXO 2 DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE M.T. DEL PROYECTO DE ESTACIÓN DE RECARGA ULTRA RÁPIDA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.
CAMINO DE LA MUÑOZA, 359, C.P. 28042, MADRID

PLANO: INSTALACIONES PROYECTADAS DE M.T. PLANO GENERAL.

U.M.E. RS89 (H30): X 454589 Y 4477602
REV: 20221016.V01 FEC: NOV.2022

COD. PROYECTO:
***** RESTAURANTE AS
MORERAS MADRID

ESCALA: 1:1000
Nº Plano: 1E02



Av. de Aragón

CONDUCTORES
SUBTERRÁNEOS PROYECTADOS:

HEPRZ1 12/20 kV 3(1×240) mm² KAl H16 AL

Longitud conductor (desde celda de línea del CS a celda de remonte del CM): **11 m**
Longitud conductor (desde celda de línea del CM a celda de remonte del CTC 1): **244 m**

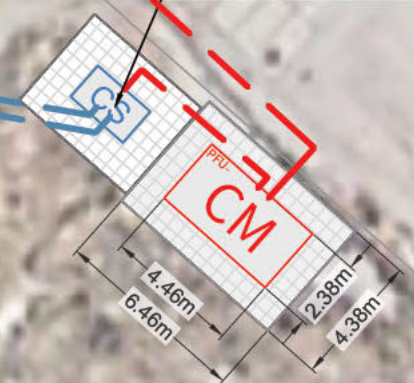
**La longitudes están calculadas desde los terminales interiores instalados en cada una de las celdas correspondientes.*

CENTRO DE MEDIDA MT ABONADO:

Dimensiones de las envolventes de cada **PFU-4**:
largo x ancho x alto (altura vista)
4,46 x 2,38 x 3,14 (2,78) metros

Ocupación de:
envolventes prefabricadas: 10,61 m²
envolventes acera perimetral (1,00m): 28,30 m²

Punto frontera en celda de línea del Centro de seccionamiento



LEYENDA:

- Línea Aérea de Medida Tensión (L.A.M.T.) existente
- Línea Subterránea de Medida Tensión (L.S.M.T.) existente
- Línea Subterránea de Medida Tensión (L.S.M.T.) proyectada
- Apoyo de L.A.M.T.



Centro de Seccionamiento (C.S.)
con acera perimetral



Centro de Medida (C.M.) con acera
perimetral proyectada



Línea Subterránea de Medida Tensión
(L.S.M.T.) proyectada

PROMOTOR:
GRUPO EASYCHARGER S.A.
C

TÉCNICO REDACTOR:

***** INGENIERO
TÉCNICO INDUSTRIAL

Nº COLEGIADO: ****
zunder Charging
Hero

PROYECTO:
ANEXO 2 DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE M.T. DEL PROYECTO
DE ESTACIÓN DE RECARGA ULTRA RÁPIDA DE VEHÍCULOS
ELÉCTRICOS.
CAMINO DE LA MUÑOZA ,359, C.P. 28042, MADRID

PLANO: INSTALACIONES PROYECTADAS
DE M.T. PLANO DETALLE 1

COD. PROYECTO:
***** RESTAURANTE AS
MORERAS MADRID

U M E RS89 (H30): X 454589 Y 4477602
REV: 20221016.V01 FEC: NOV.2022

ESCALA: 1:250
Nº Plano: IE02.1



VISADO

23/12/2022
Pág. 60 de 70

DOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN ABONADO:

Dimensi3nes de las envolventes de cada **PFU-5**:
largo x ancho x alto (altura v sta)
6,08 x 2,38 x 3,24 (2,78) metros

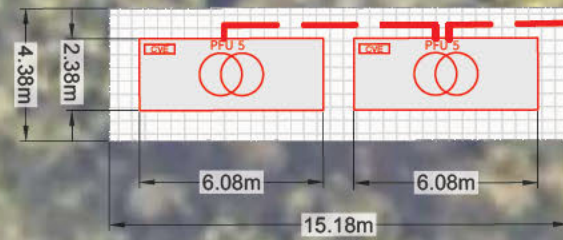
Ocupaci3n de:
envolventes prefabricadas: 28,96 m²
envolventes acera perimetral (1,00m): 66,48 m²

CONDUCTORES
SUBTERRÁNEOS PROYECTADOS:

HEPRZ1 12/20 kV 3(1x**240**) mm² KAl H16 AL

Longitud conductor (desde celda de l nea del CM a celda de remonte del CTC 1): **244 m**
Longitud conductor (desde celda de l nea del CTC 1 a celda de remonte del CTC 2): **12 m**

**La longitudes estan calculadas desde los terminales interiores instalados en cada una de las celdas correspondientes.*



Av. de Aragón

LEYENDA:



Centros de Transformaci3n (C.T.)
con acera perimetral proyectada



L nea Subterr3nea de Medici3n y Tensi3n
(L.S.M.T.) proyectada

PROMOTOR:
GRUPO EASYCHARGER S.A.

T3CNICO REDACTOR:

***** INGENIERO
T3CNICO INDUSTRIAL

N3 COLEGIADO: ****
zunder Charging
Hero

PROYECTO:
ANEXO 2 DE INSTALACIONES EL3CTRICAS DE M.T. DEL PROYECTO
DE ESTACI3N DE RECARGA ULTRA R3PIDA DE VEHICULOS
EL3CTRICOS.
CAMINO DE LA MU3OZA ,359, C.P. 28042, MADRID

PLANO:INSTALACIONES PROYECTADAS
DE M.T. PLANO DETALLE 2

COD. PROYECTO:
***** RESTAURANTE AS
MORERAS MADR D

U M E RS89 (H30): X 454589 Y 4477602
REV: 20221016.V01 FEC: NOV.2022

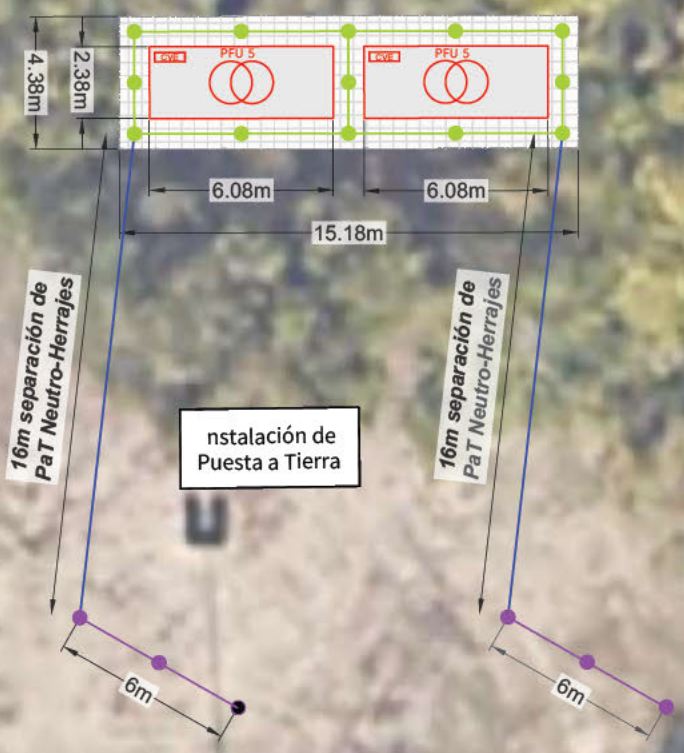
ESCALA: 1:250
N3 Plano: IE02.2



DOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN ABONADO:

Dimensi3nes de las envolventes de cada **PFU-5**:
largo x ancho x alto (altura vsta)
6,08 x 2,38 x 3,24 (2,78) metros

Ocupaci3n de:
envolventes prefabricadas: 28,96 m²
envolventes acera perimetral (1,00m): 66,48 m²



LEYENDA:

Centros de Transformaci3n (C.T.) con acera perimetral proyectados

Puesta a tierra de Protecci3n (Herrajes)

Pica de puesta a tierra de Protecci3n

Puesta a tierra de Servicio (Neutro) (Cable a slado)

Pica de puesta a tierra de Servicio

PROMOTOR:
GRUPO EASYCHARGER S.A.
C

T3CNICO REDACTOR:

***** INGENIERO
T3CNICO INDUSTRIAL

N3 COLEGIADO: ****

PROYECTO:
ANEXO 2 DE INSTALACIONES EL3CTRICAS DE M.T. DEL PROYECTO DE ESTACI3N DE RECARGA ULTRA R3PIDA DE VEHICULOS EL3CTRICOS.
CAMINO DE LA MU3OZA ,359, C.P. 28042, MADRID

PLANO: INSTALACI3N PUESTA A TIERRA DE C.T. PLANO DETALLE 2

COD. PROYECTO:
***** RESTAURANTE AS MORERAS MADRID

U M E RS89 (H30): X 454589 Y 4477602

REV: 20221016.V01

FEC: NOV.2022

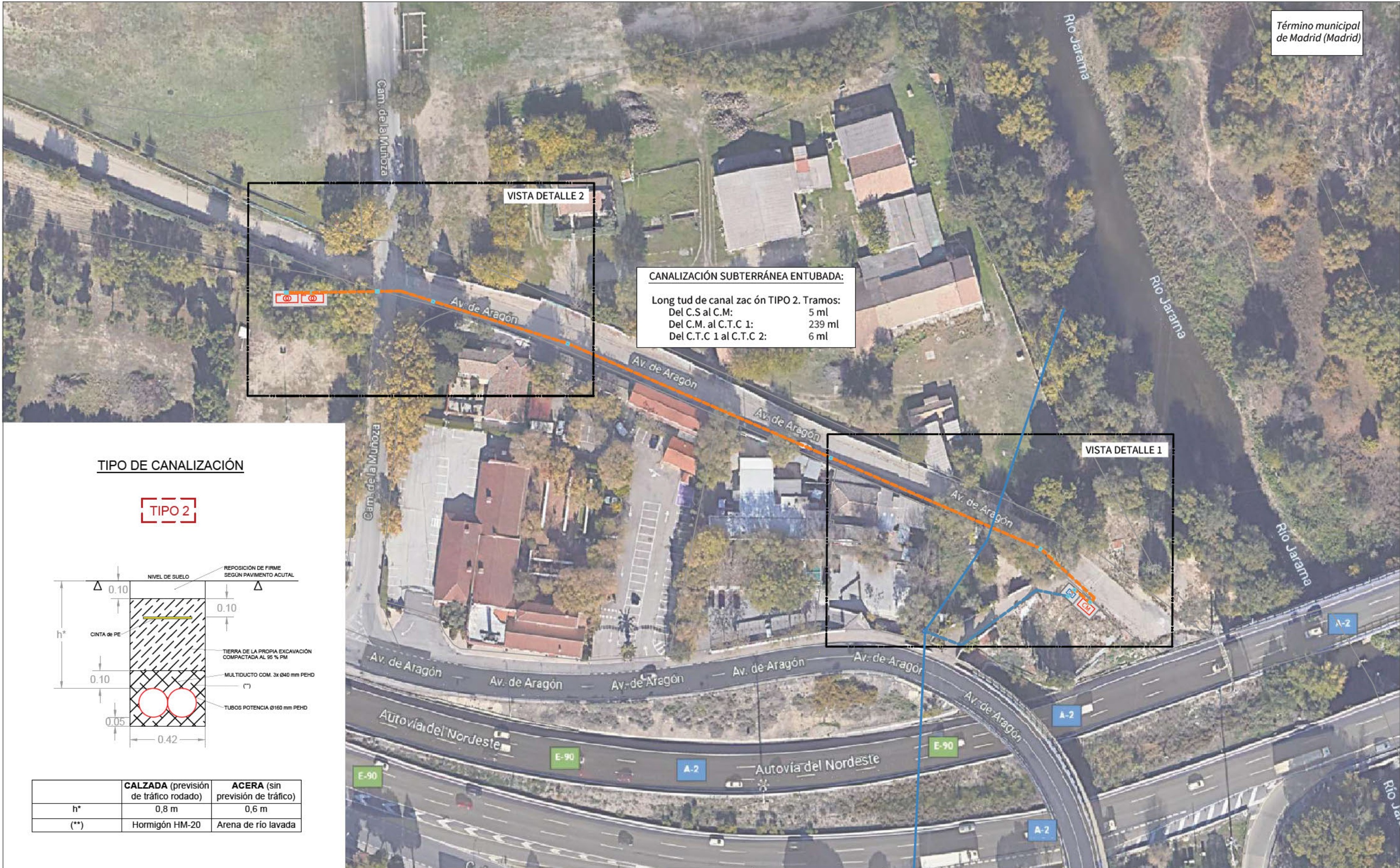
ESCALA: 1:250

N3 Plano: IE02.3

zunder Charging Hero

VISADO

23/12/2022
P3g. 62 de 70



- LEYENDA:
- Línea Aérea de Med a Tens ón (L.A.M.T.) ex stente
 - ⊠ Apoyo de L.A.M.T.
 - CS Centro de Secc onamento (C.S) con acera per metral
 - Canal zac ón ex stente.

- Arqueta proyectada (tapa s/ d señ o d str bu dora)
- Centro de Transformac ón (C.T.) con acera per metral proyectado
- Centro de Med da (C.M) con acera per metral proyectado
- Canal zac ón proyectada: TIPO 4

PROMOTOR:
GRUPO EASYCHARGER S.A.
C

TÉCNICO REDACTOR:

***** INGENIERO
TÉCNICO INDUSTRIAL

PROYECTO:
ANEXO 2 DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE M.T. DEL PROYECTO DE ESTACIÓN DE RECARGA ULTRA RÁPIDA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.
CAMINO DE LA MUÑOZA ,359, C.P. 28042, MADRID

PLANO: CANALIZACIONES PROYECTADAS.
PLANO GENERAL.

COD. PROYECTO:
***** RESTAURANTE AS
MORERAS MADR D

U M E RS89 (H30): X 454589 Y 4477602
REV: 20221016.V01 FEC: NOV.2022

ESCALA: 1:1.000
Nº Plano: 1E03



VISADO

23/12/2022
Pág. 63 de 70

zunder Charging Hero

CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA ENTUBADA:

Longitud de canalización TIPO 2. Tramos:
Del C.S. al C.M: 5 ml
Del C.M. al C.T.C 1: 239 ml

de Aragón

LEYENDA:

- 

Línea Aérea de Media Tensión (L.A.M.T.) existente
- 

Canalización existente.
- 

Canalización proyectada: TIPO 2
- 

Apoyo de L.A.M.T.
- 

Arqueta proyectada (tapas/ diseño de estructura)
- 

Centro de Medida (C.M) con acera perimetral proyectado
- 

Centro de Seccionamiento (C.S) con acera perimetral
- ingenierosVA Visado Nº: 3353/22E Fecha: 23/12/2022 Colegiado/s Nº: 3581 -
- Cód. Verificación Electrónica: *****

PROMOTOR:

GRUPO EASYCHARGER S.A.
C

TÉCNICO REDACTOR:

***** INGENIERO
TÉCNICO INDUSTRIAL

Nº COLEGIADO: ****

PROYECTO:

ANEXO 2 DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE M.T. DEL PROYECTO DE ESTACIÓN DE RECARGA ULTRA RÁPIDA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.
CAMINO DE LA MUÑOZA, 359, C.P. 28042, MADRID

PLANO: CANALIZACIONES PROYECTADAS.
PLANO DETALLE 1.

COD. PROYECTO:
***** RESTAURANTE AS
MORERAS MADRID

U M E RS89 (H30): X 454589 Y 4477602
REV: 20221016.V01 FEC: NOV.2022

ESCALA: 1:250
Nº Plano: IE03.1



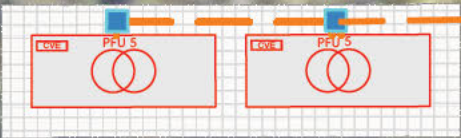
VISADO

23/12/2022

Pág. 64 de 70

CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA ENTUBADA:

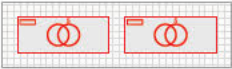
Longitud de canalización TIPO 2. Tramos:
Del C.M. al C.T.C 1: 239 ml
Del C.T.C 1 al C.T.C 2: 6 ml



Av. de Aragón

LEYENDA:

- Arqueta proyectada (tapa s/ d seño d str bu dora)
- Canalización proyectada: TIPO 2



Centro de Transformación (C.T.) con acera perimetral proyectado

PROMOTOR:
GRUPO EASYCHARGER S.A.
C

TÉCNICO REDACTOR:

***** INGENIERO
TÉCNICO INDUSTRIAL

Nº COLEGIADO: ****
zunder Charging Hero

PROYECTO:
ANEXO 2 DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE M.T. DEL PROYECTO DE ESTACIÓN DE RECARGA ULTRA RÁPIDA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.
CAMINO DE LA MUÑOZA ,359, C.P. 28042, MADRID

PLANO: CANALIZACIONES PROYECTADAS.
PLANO DETALLE 2

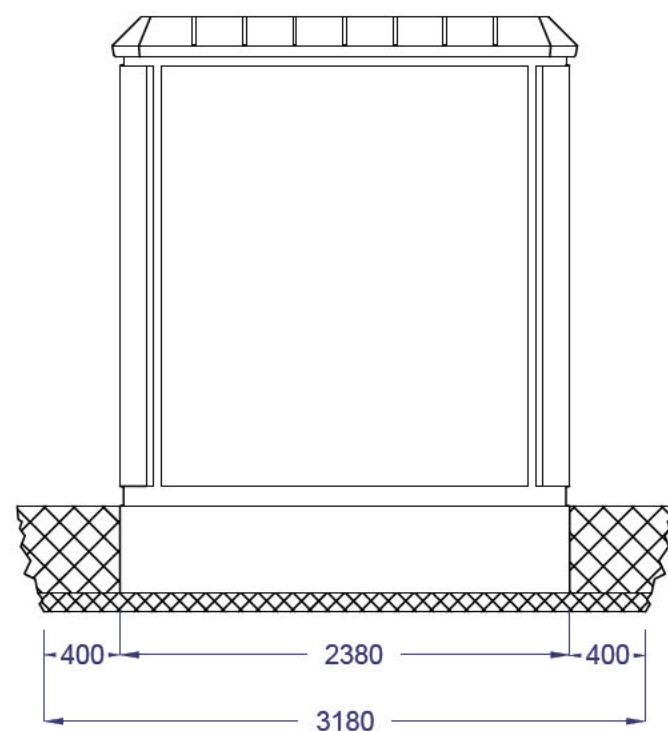
COD. PROYECTO:
***** RESTAURANTE AS
MORERAS MADRID

U M E RS89 (H30): X 454589 Y 4477602
REV: 20221016.V01 FEC: NOV.2022

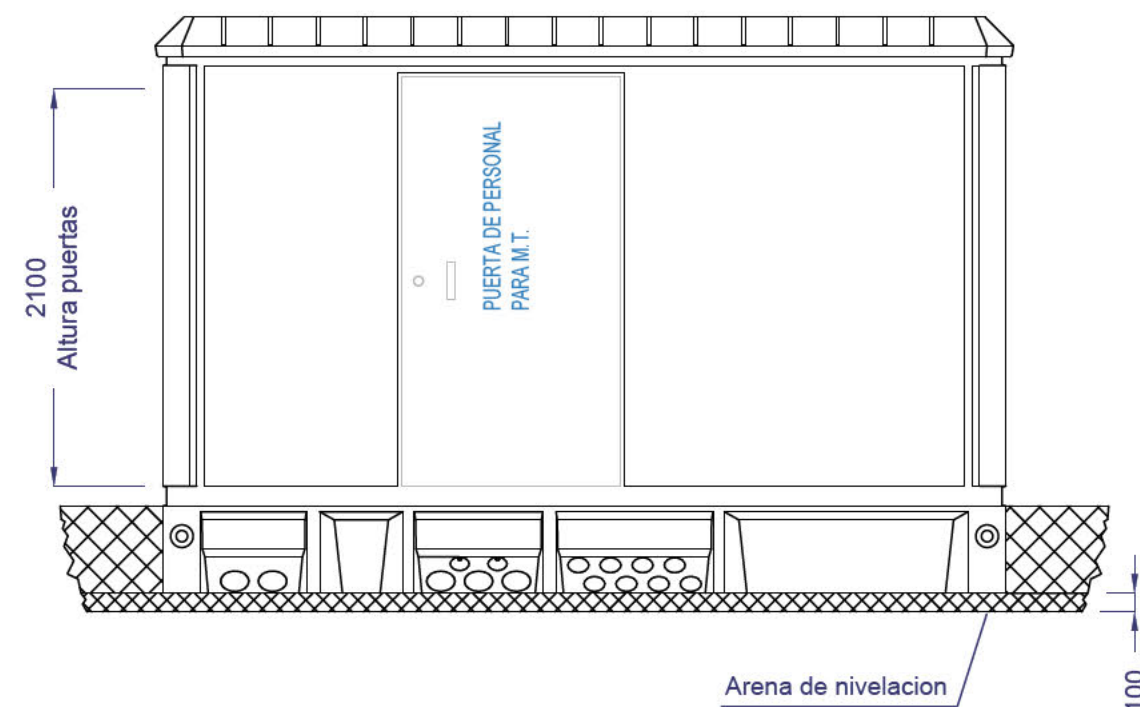
ESCALA: 1:250
Nº Plano: IE03.2



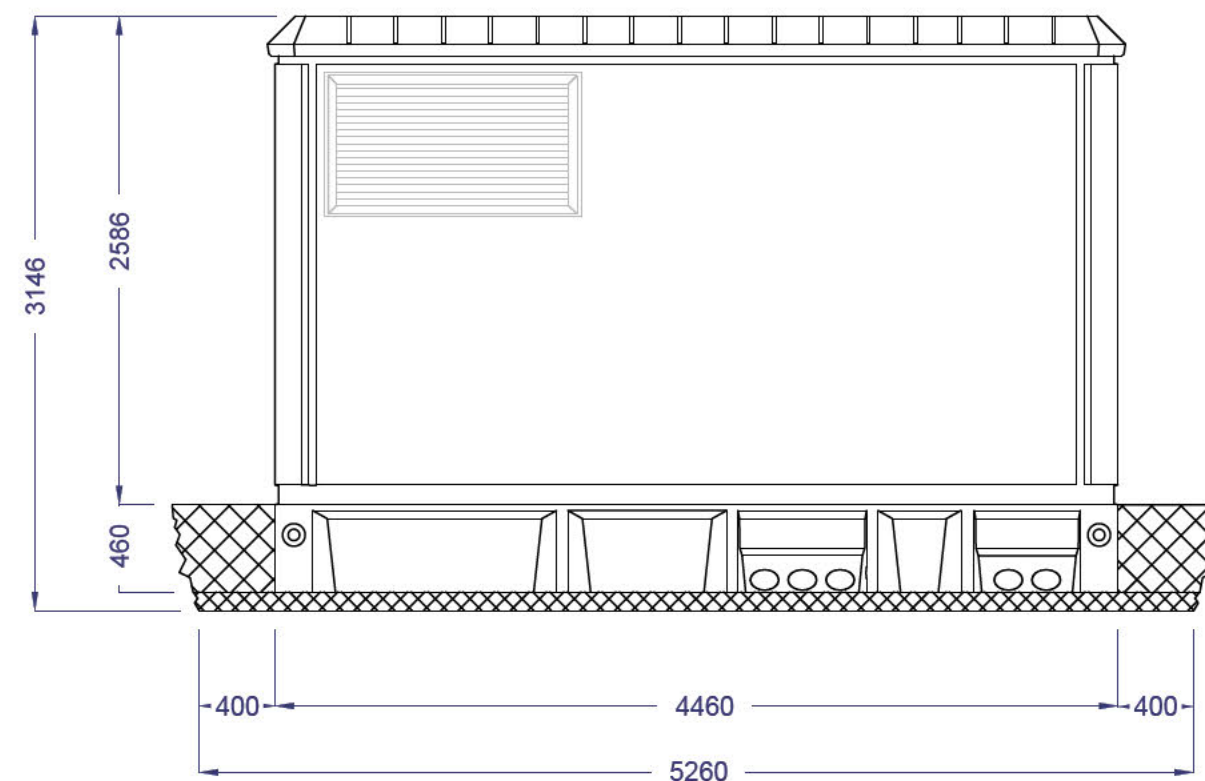
VISTA LATERAL DERECHA



VISTA FRONTAL



VISTA POSTERIOR



NOTA 1: A las dimensiones de la envolvente del centro hay que sumar las de la acera perimetral.

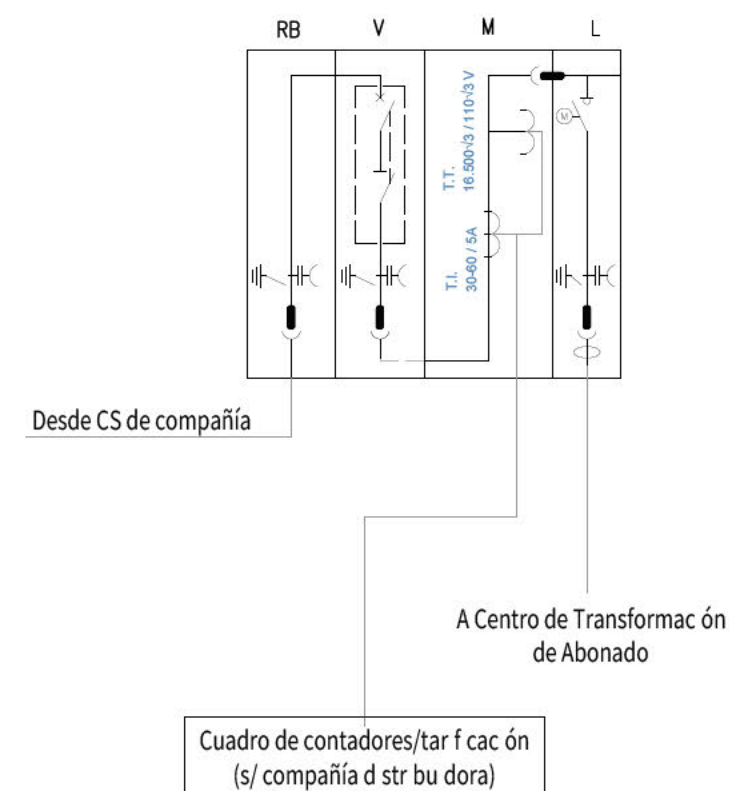
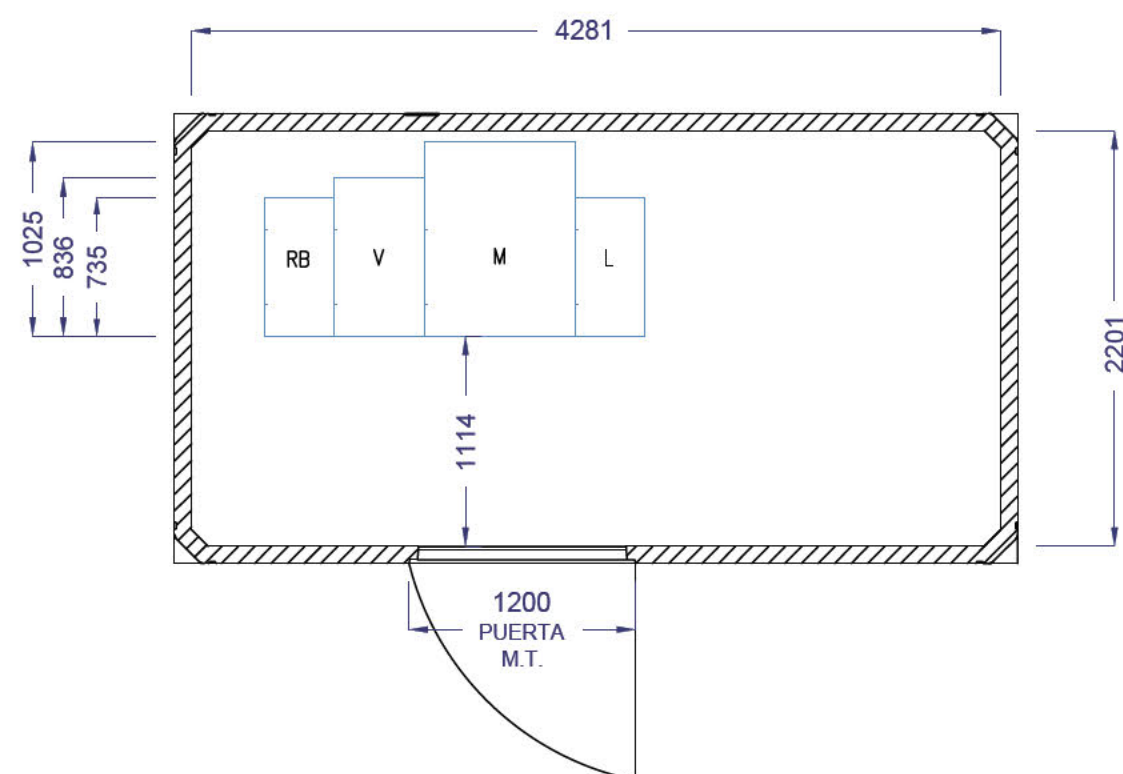
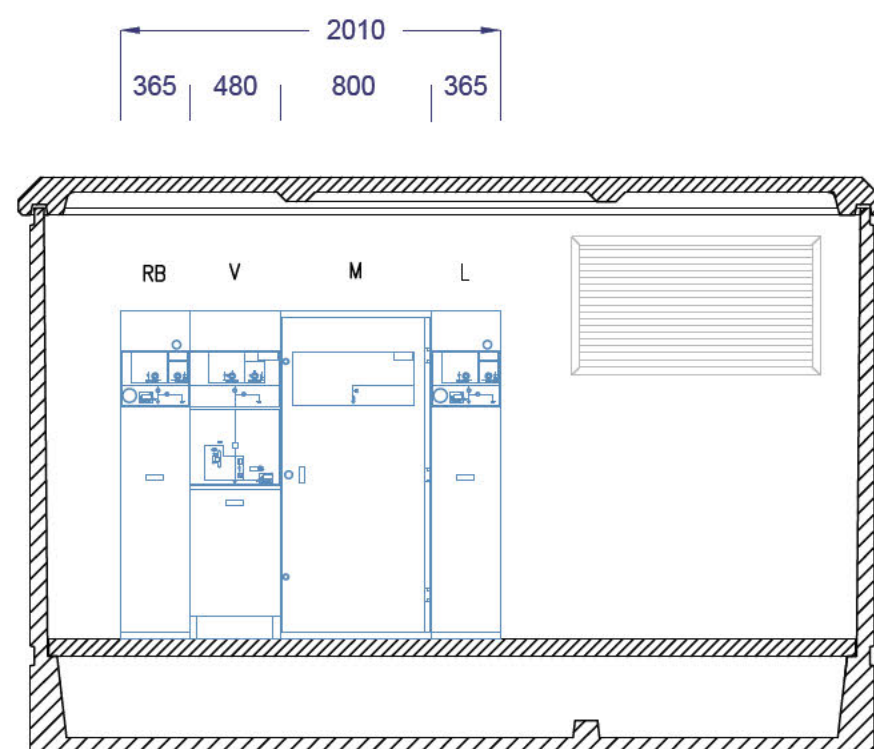
NOTA 2: Las dimensiones de las cotas son en milímetros.

PROMOTOR: GRUPO EASYCHARGER S.A.	TÉCNICO REDACTOR: ***** ***** INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL	PROYECTO: ANEXO 2 DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE M.T. DEL PROYECTO DE ESTACIÓN DE RECARGA ULTRA RÁPIDA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS. CAMINO DE LA MUÑOZA ,359, C.P. 28042, MADRID			
	Nº COLEGIADO: **** 	PLANO: CENTRO DE MEDIDA EN MEDIA TENSIÓN DE ABONADO. OBRA CIVIL.		COD. PROYECTO: ***** RESTAURANTE AS MORERAS MADRID	
		U M E RS89 (H30): X 454589 Y 4477602		ESCALA: 1:40	
		REV: 20221016.V01	FEC: NOV.2022	Nº Plano: IE04	

VISADO

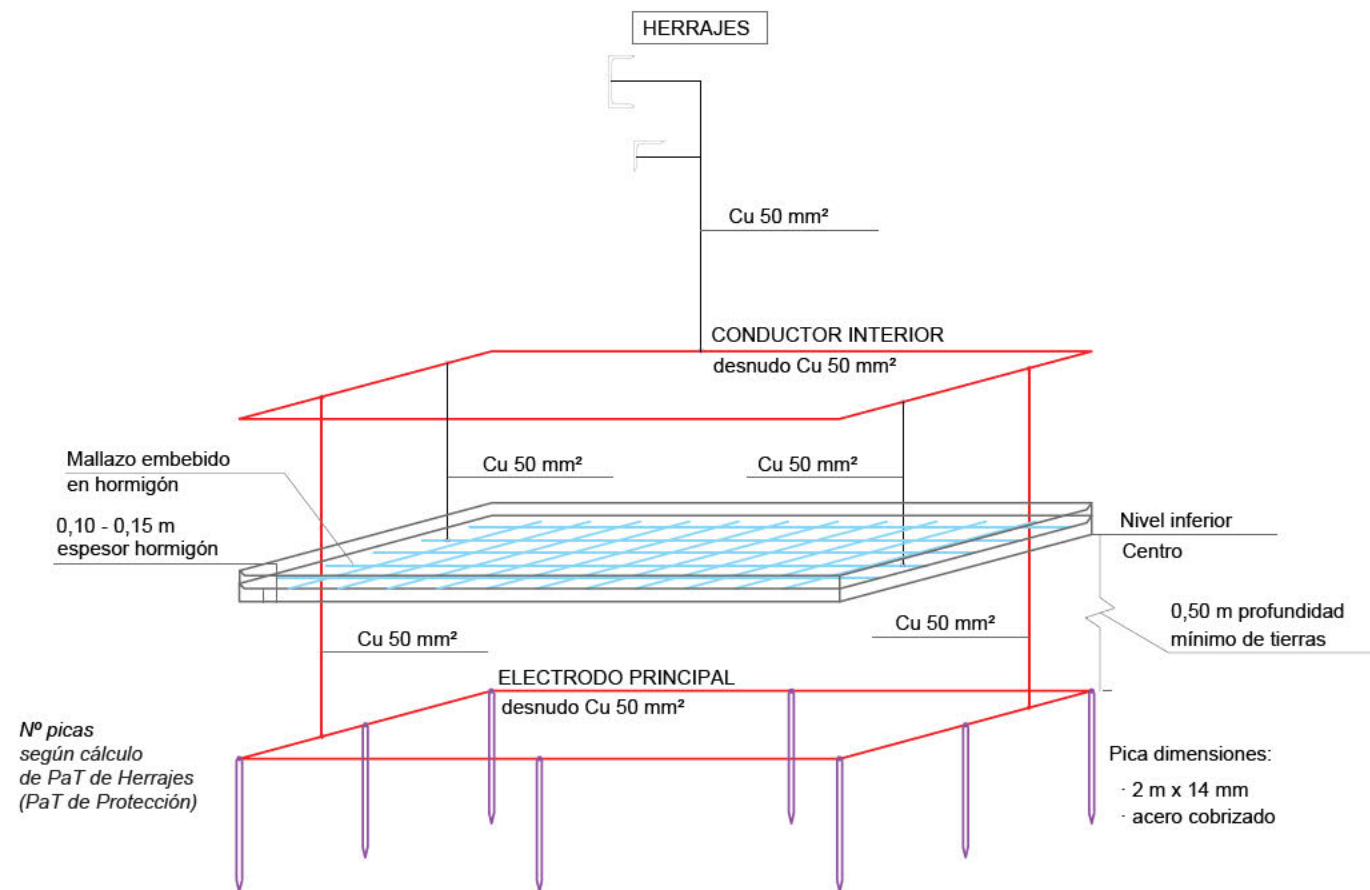
23/12/2022
Pág. 66 de 70



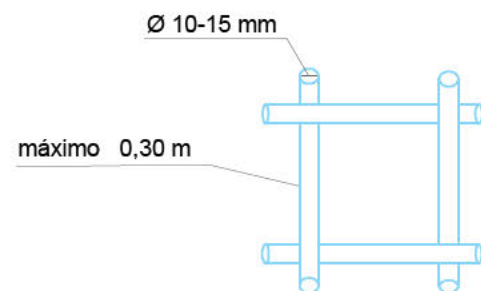


PROMOTOR: GRUPO EASYCHARGER S.A. C	TÉCNICO REDACTOR: ***** ***** INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL	PROYECTO: ANEXO 2 DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE M.T. DEL PROYECTO DE ESTACIÓN DE RECARGA ULTRA RÁPIDA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS. CAMINO DE LA MUÑOZA ,359, C.P. 28042, MADRID	
		PLANO: CENTRO DE MEDIDA EN MEDIA TENSIÓN. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.	COD. PROYECTO: ***** RESTAURANTE AS MORERAS MADR D
		U M E RS89 (H30): X 454589 Y 4477602	ESCALA: 1:40
		REV: 20221016.V01	FEC: NOV.2022
		Nº Plano: IF05	

**VISTA EN PRESPECTIVA DEL ESQUEMA DE PaT
DEL CENTRO DE MEDIDA**



DETALLE DEL MALLAZO ELECTROSOLDADO

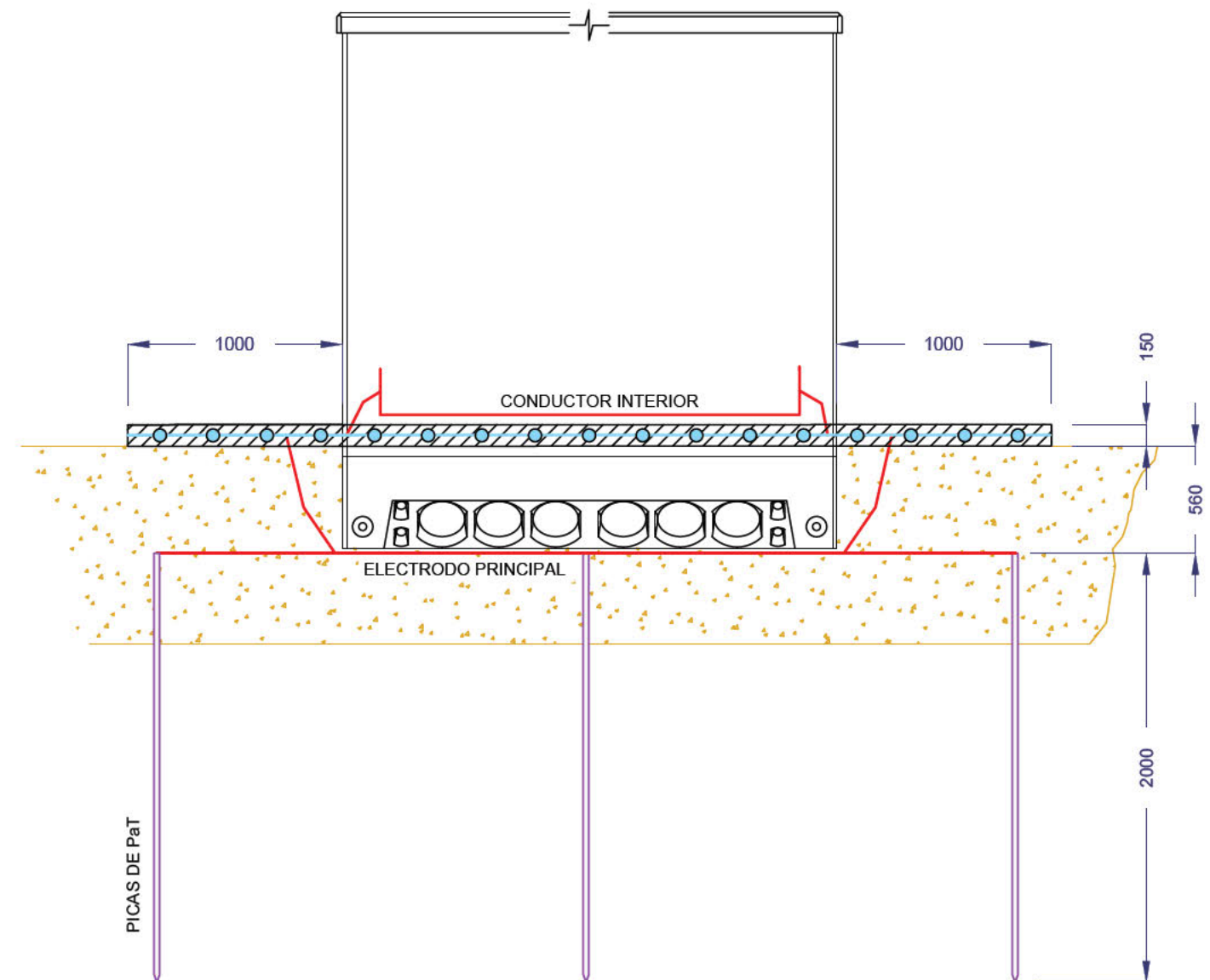


NOTA 1: En toda la extensión del piso de la envolvente así como de la acera perimetral, se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro 10-15 mm formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del centro. Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10-15 cm. 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.

NOTA 2: La acera perimetral tendrá unas dimensiones de 1,0 m de ancho y 0,15 m de espesor.

NOTA 3: La dimensión de las cotas sin unidades son milímetros.

**VISTA DE LA PaT DE PROTECCIÓN Y DE LA ACERA PERIMETRAL
DEL CENTRO DE MEDIDA**



PROMOTOR: GRUPO EASYCHARGER S.A. C	TÉCNICO REDACTOR: ***** ***** INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL	PROYECTO: ANEXO 2 DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE M.T. DEL PROYECTO DE ESTACIÓN DE RECARGA ULTRA RÁPIDA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS. CAMINO DE LA MUÑOZA ,359, C.P. 28042, MADRID
	Nº COLEGIADO: ****	PLANO: CENTRO DE MEDIDA. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.
		COD. PROYECTO: ***** RESTAURANTE AS MORERAS MADR D
		U M E RS89 (H30): X 454589 Y 4477602
		REV: 20221016.V01
		FEC: NOV.2022
		ESCALA: 1:30
		Nº Plano: 1E06

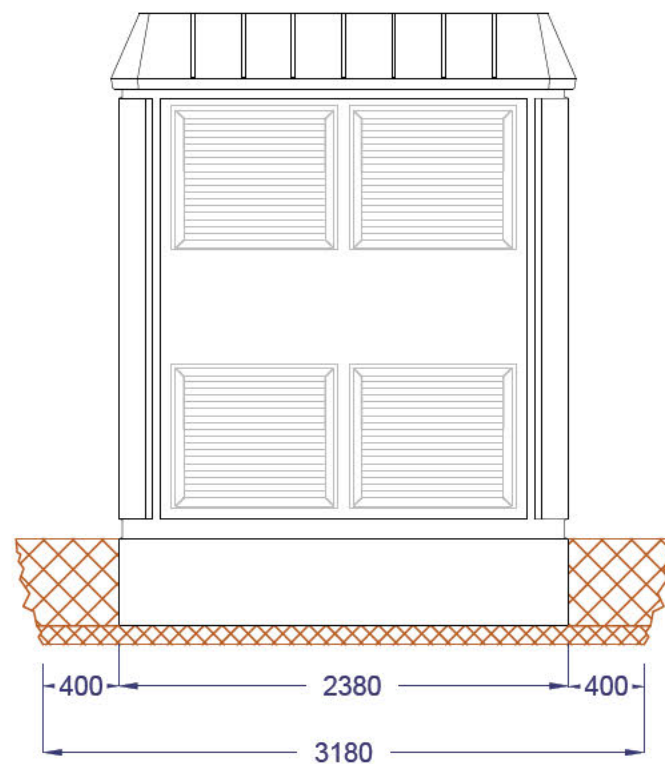
VISADO

23/12/2022

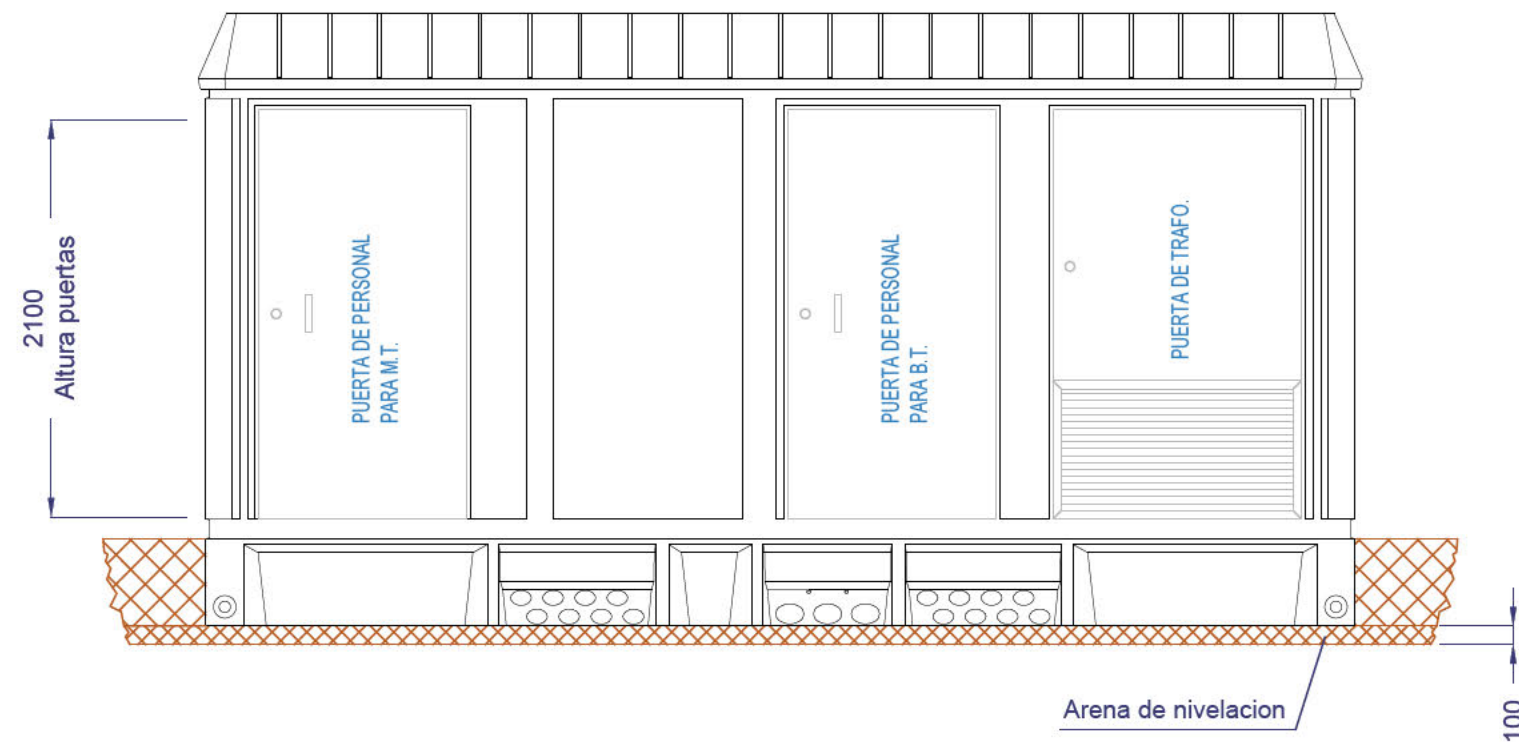
Pág. 68 de 70



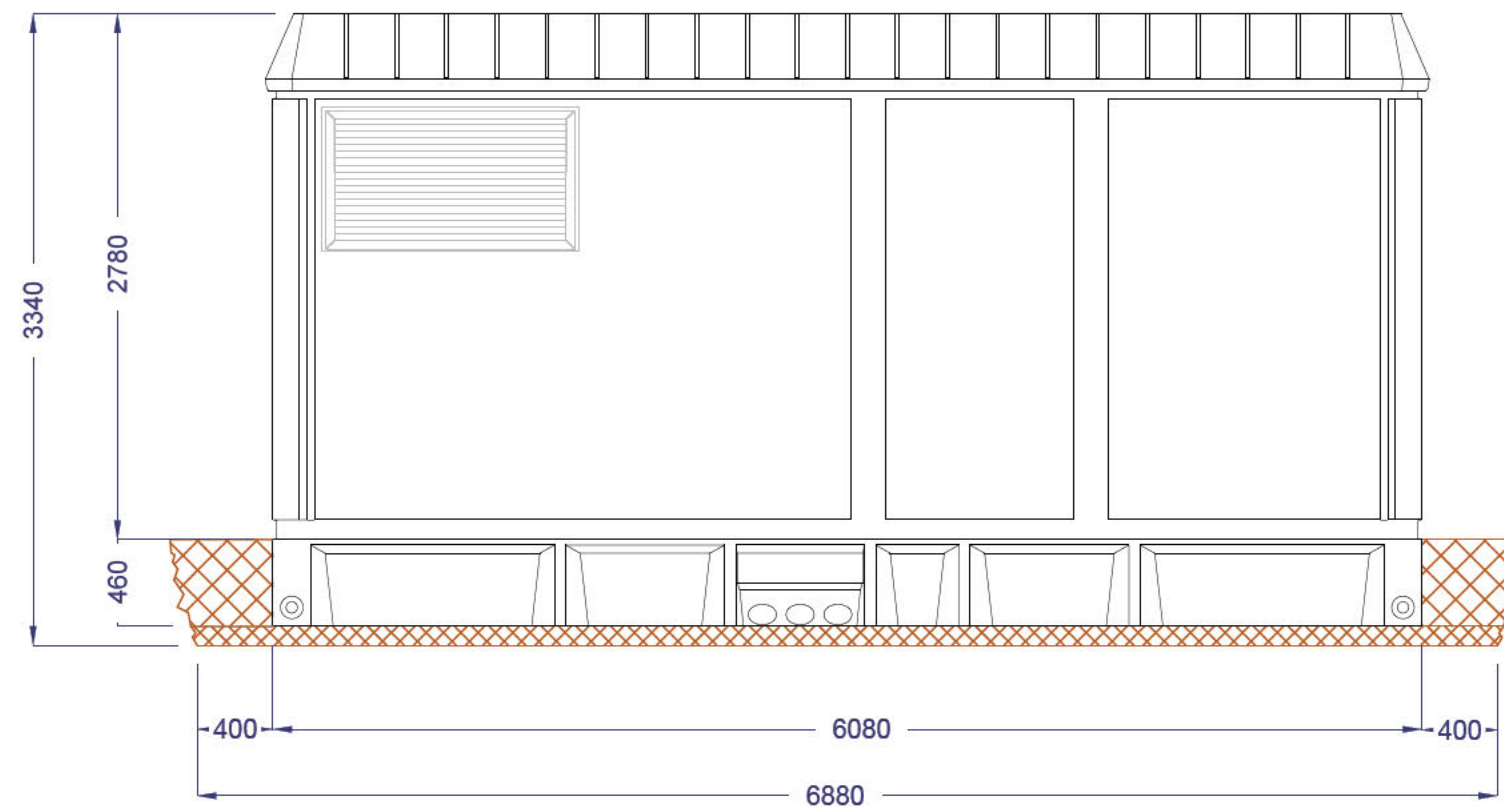
VISTA LATERAL DERECHA



VISTA FRONTAL



VISTA POSTERIOR



NOTA 1: A las dimensiones de la envolvente del centro hay que sumar las de la acera perimetral.

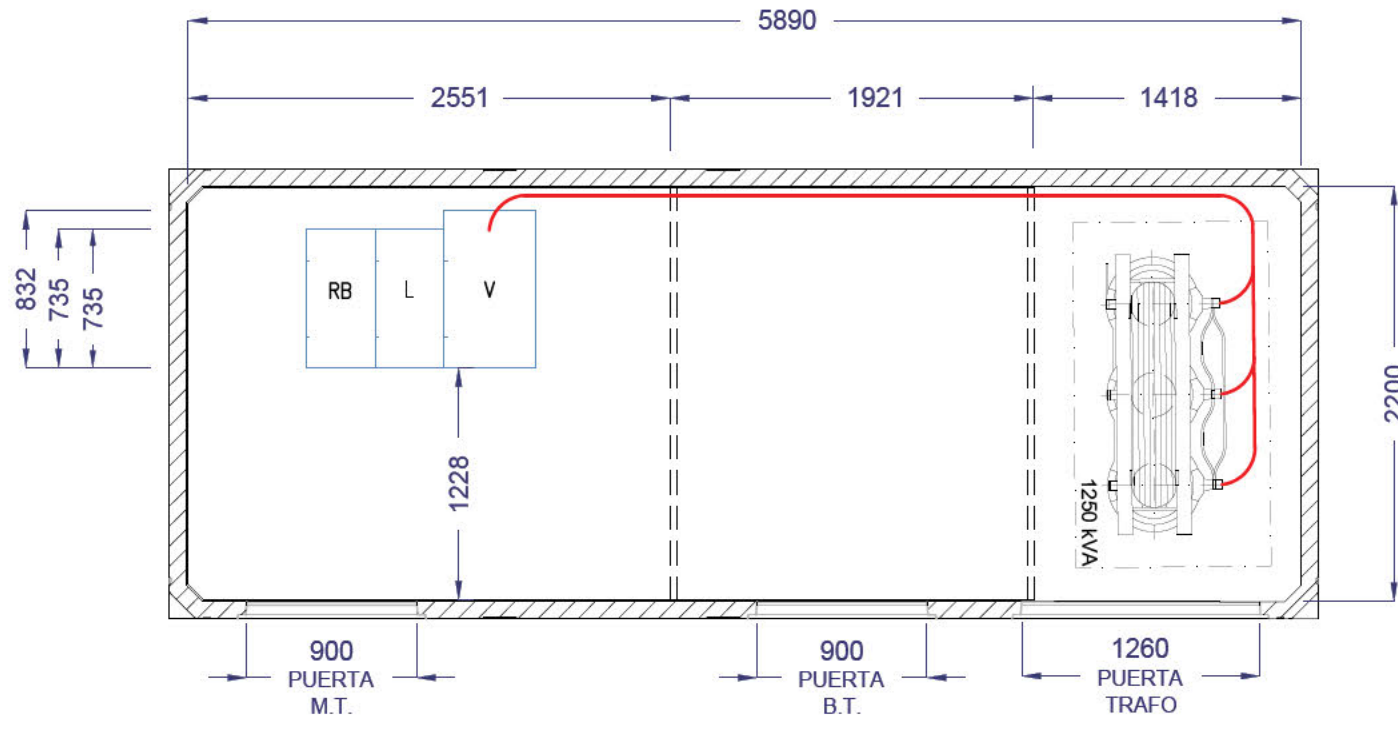
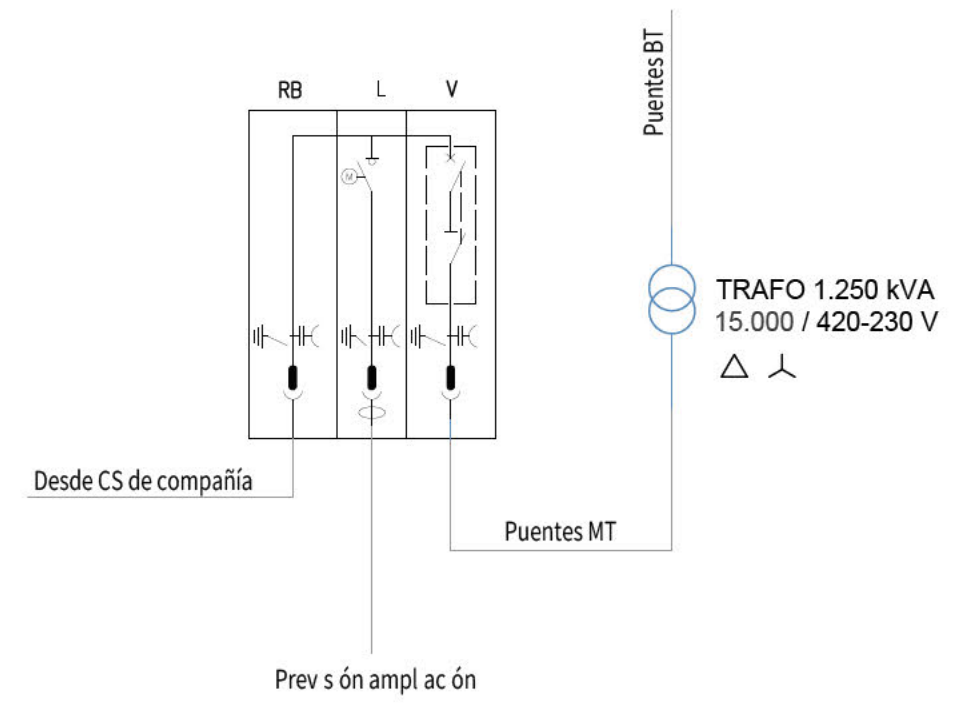
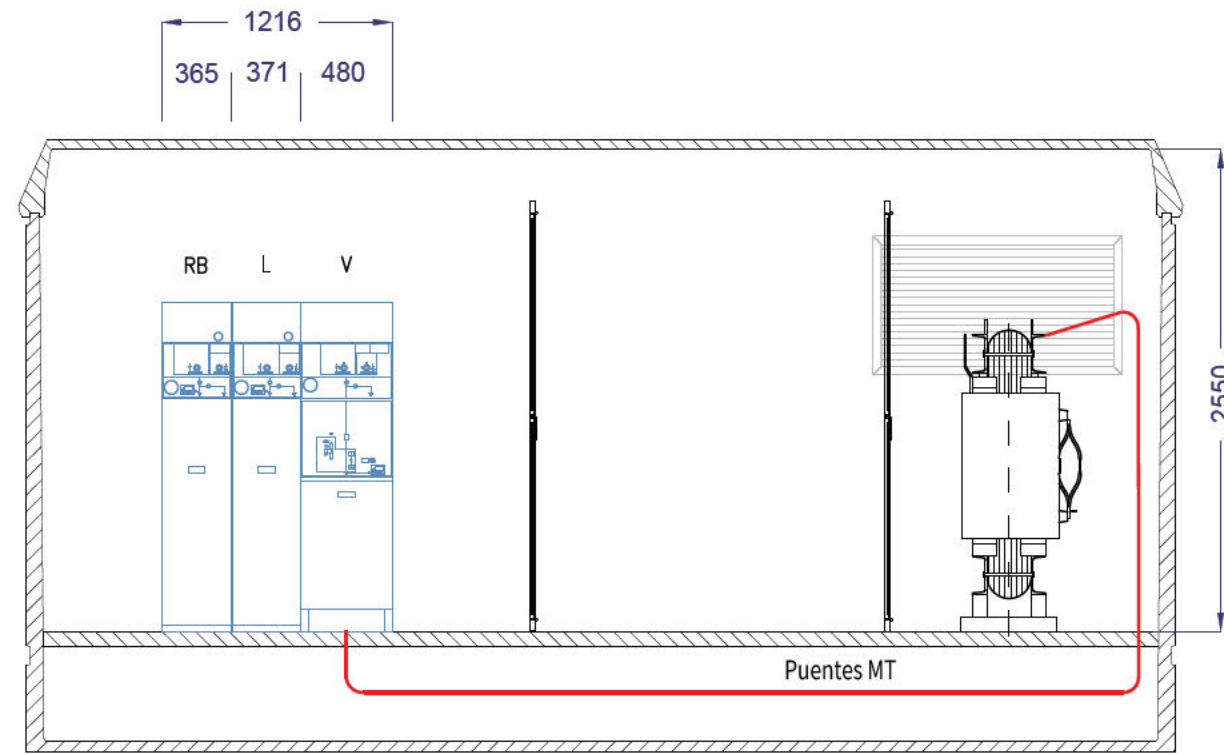
NOTA 2: Las dimensiones de las cotas son milímetros.

PROMOTOR:	TÉCNICO REDACTOR: ***** ***** INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL	PROYECTO: ANEXO 2 DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE M.T. DEL PROYECTO DE ESTACIÓN DE RECARGA ULTRA RÁPIDA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS. CAMINO DE LA MUÑOZA ,359, C.P. 28042, MADRID
	Nº COLEGIADO: ****	PLANO: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE ABONADO. OBRA CIVIL.
		COD. PROYECTO: ***** RESTAURANTE AS MORERAS MADR D
		U M E RS89 (H30): X 454589 Y 4477602
		REV: 20221016.V01
		FEC: NOV.2022
		ESCALA: 1:40
		Nº Plano: IE07

VISADO

23/12/2022
Pág. 69 de 70





NOTA 1: Las d mens ones de las cotas son m límetros.

PROMOTOR: GRUPO EASYCHARGER S.A.	TÉCNICO REDACTOR: ***** ***** INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL	PROYECTO: ANEXO 2 DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE M.T. DEL PROYECTO DE ESTACIÓN DE RECARGA ULTRA RÁPIDA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS. CAMINO DE LA MUÑOZA ,359, C.P. 28042, MADRID			
		PLANO: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE ABONADO. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.	COD. PROYECTO: ***** RESTAURANTE AS MORERAS MADR D		
		U M E RS89 (H30): X 454589 Y 4477602		ESCALA: 1:40	
		REV: 20221016.V01	FEC: NOV.2022	Nº Plano: 1E08	