

**Óscar Olayo Cristià**

**Diseño y Cálculo de una Instalación Eléctrica para Puntos de Recarga de  
Vehículos Eléctricos con Sistema de Detección de Robos y Alarma**

**TRABAJO DE FINAL DE GRADO**

**dirigido por Jordi Garcia Amorós**

**Grado de Ingeniería Eléctrica**



**UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI**

**Tarragona**

**2024**



# Índice

1.	Introducción.....	5
1.1	Contexto y justificación del proyecto.....	5
1.2	Colaboración con Etecnic.....	5
2.	Memoria descriptiva.....	6
2.1	Hoja de identificación.....	6
2.2	Objetivo.....	6
2.3	Antecedentes.....	7
2.4	Emplazamiento.....	7
2.5	Reglamentación y disposiciones oficiales.....	8
2.7	Descripción de la instalación.....	10
2.8	Acciones a realizar.....	11
2.10	Instalación Eléctrica BT.....	15
2.12	Estudio Básico de Seguridad y Salud.....	19
2.13	Planificación de Gantt.....	20
2.14	Orden de prioridad de los documentos.....	20
3.	Anexos.....	21
3.1	Cálculo de Línea de BT.....	21
3.2	Cálculo del CT.....	33
3.3	Características Técnicas EdRUR Rapid 120.....	48
3.4	Características Técnicas Centro de Transformación.....	51
3.5	Características Técnicas Celdas Modulares.....	55
4.	Planos.....	66
4.1	Situación.....	67
4.2	Emplazamiento.....	68
4.3	Obra Civil.....	69
4.4	Instalación Eléctrica.....	70
4.5	Vistas CT.....	71
4.6	Puesta a Tierra CT.....	72
4.7	Esquema Unifilar CT.....	73
4.8	Detalle Obra Civil.....	74
4.9	Detalle Obra Civil.....	75

4.10	Esquema Unifilar Línea BT.....	76
4.11	Ampliación Esquema Unifilar Línea BT.....	77
4.12	Esquema de Conexión Sistema de Detección de Corte con Alarma .....	78
5.	Pliego de Condiciones .....	79
5.1	Pliego de Preinscripciones Técnicas Generales.....	79
5.2	Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.....	88
6.	Mediciones y presupuesto .....	110
6.1	Resumen del presupuesto .....	113
7.	Documentación del prototipo del sistema de detección de robos con alarma para mangueras CCS.....	114
7.1	Introducción.....	114
7.2	Diseño y Desarrollo del Prototipo .....	115
7.3	Diseño y desarrollo del primer prototipo con Arduino.....	116
7.4	Desarrollo del prototipo final con PLC .....	117
7.5	Integración del dispositivo en los cargadores.....	117
7.6	Resultados y Conclusiones Finales .....	117

### 1. Introducción

#### 1.1 Contexto y justificación del proyecto

La movilidad eléctrica está teniendo un gran impacto en el contexto actual esto conlleva a un gran crecimiento de infraestructuras de carga eléctrica en todo el mundo, como respuesta a la demanda de vehículos más sostenibles. Este avance nos está llevando a tener cada vez más una menor dependencia a los combustibles fósiles i a realizar una transición hacia una economía baja en carbono.

Sin embargo, este proceso aún tiene varios desafíos que superar. El robo de las mangueras de carga de los eléctricos se ha convertido en una gran preocupación, sobre todo para los municipios y empresas privadas que instalan estos dispositivos a la intemperie y al basto de todo el mundo. Estos actos de vandalismo no solo producen una interrupción en el servicio de carga, sino que también conllevan unos gastos de reparación y sustitución. Además de provocar una experiencia bastante negativa a los usuarios de vehículos eléctricos, complicando la adecuación y adopción de la movilidad eléctrica.

Por lo tanto, la necesidad de implementar un sistema de alarma antirrobo se vuelve imperativa. Este proyecto busca abordar este problema y aportar una solución efectiva para disminuir el número de cortes en las mangueras de los cargadores eléctricos de manera exponencial, garantizando así una disponibilidad continua y sin inconvenientes, para promover la confianza en la infraestructura de la movilidad eléctrica.

Este proyecto constará de dos partes, el desarrollo del prototipo que sea capaz de detectar el corte de las mangueras CCS, el cual incluirá un sistema de alarma y de aviso por medio de llamada telefónica e integración en la web de Etecnic, por otro lado, se hará la parte de cálculo y diseño de una instalación de puntos de recarga en un parking en el exterior con el prototipo creado para generar un ejemplo real de este tipo de instalación.

#### 1.2 Colaboración con Etecnic

La empresa Etecnic se ha convertido en un socio clave en el proyecto mostrando la necesidad que hay de implementar un sistema que evite el robo de las mangueras de los cargadores eléctricos, especialmente las mangueras CCS (Combined Charging System) que son las más utilizadas para cargas en continua en el territorio europeo. Etecnic, como una de las empresas proveedores en soluciones y gestión de infraestructura de carga eléctrica, enfrentaba la necesidad de garantizar la seguridad de sus dispositivos y servicio. El conocimiento aportado por el equipo de operaciones de la empresa ha sido clave en el desarrollo de soluciones.

### 2. Memoria descriptiva

#### 2.1 Hoja de identificación

**Título del proyecto:** Diseño y Cálculo de una Instalación Eléctrica para Puntos de Recarga de Vehículos Eléctricos con Sistema de Detección de Robos y Alarma

**Identificación del proyecto:** 832  
**Solicitante:** Ayuntamiento de Vila-seca  
**Dirección:** Calle del Comte de Sicart, 80  
**C.P:** 43480  
**Teléfono:** 977 63 60 10  
**Término municipal:** Vila-seca  
**Provincia:** Tarragona

**Datos de los autores del proyecto:** Óscar Olayo Cristià  
**DNI:** 39929024-N  
**Estudios:** Ingeniería eléctrica  
**Número de colegiado:** 11937  
**Dirección:** Calle Monserrat Roig  
**C.P:** 43204  
**Teléfono de contacto:** 616 54 52 25  
**Correo electrónico:** [oscar.olayo@estudiants.urv.cat](mailto:oscar.olayo@estudiants.urv.cat)

#### 2.2 Objetivo

El objetivo del siguiente proyecto es detallar las características técnicas y económicas que permitan la correcta suministración, obra e instalación de cuatro estaciones de recarga ultrarápidas para vehículos eléctricos, un nuevo centro de transformación y la implementación del nuevo sistema de detección de robos con alarma en cada uno de los cargadores. Esta instalación eléctrica se realizará en el parking que se encuentra en la estación de trenes de Vila-seca, concretamente en la Calle del Comte de Sicart, 80, 43480 Vila-seca, Tarragona.

## 2.3 Antecedentes

El Ayuntamiento de Vila-Seca, decide ampliar sus instalaciones con estaciones de recarga, debido a la creciente necesidad de aumento de la infraestructura de recarga eléctrica en el municipio. Además, debido al aumento de robos de las mangueras de las estaciones de recarga para vehículos eléctricos, el ayuntamiento decide implementar un nuevo sistema de seguridad el cual cuenta con una alarma disuasoria cuando se produce un corte en alguna de las mangueras, asegurando así una mayor protección de los equipos y la tranquilidad de los usuarios. Paralelamente, se aumentará la potencia del suministro eléctrico, integrando así un nuevo Centro de Transformación en la ciudad.

El ayuntamiento ha decidido contar con nuestras prestaciones para la redacción, diseño e instalación del proyecto, el cual incluye los aspectos técnicos, de seguridad y de infraestructura.

## 2.4 Emplazamiento

El emplazamiento de la instalación es: Calle del Comte de Sicart, 80, 43480 Vila-seca, Tarragona.

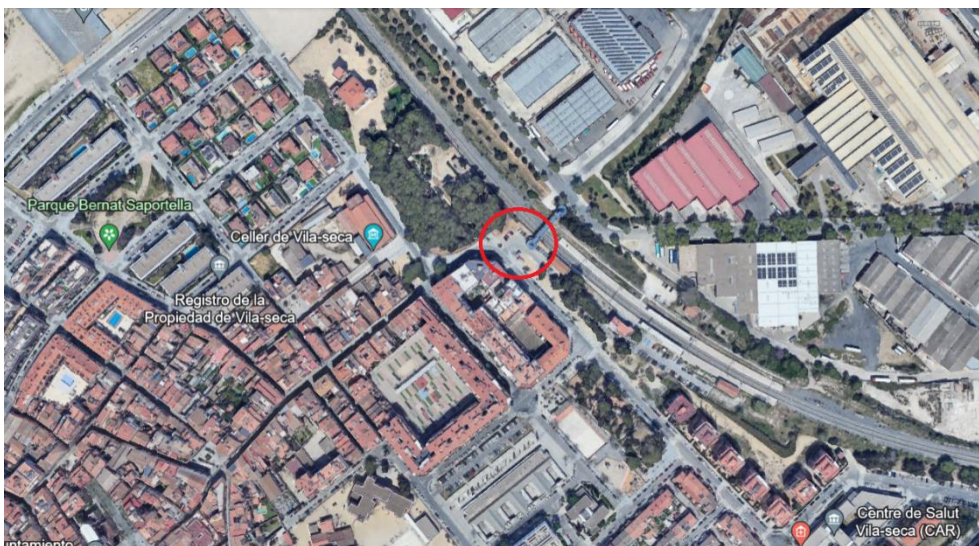


Figura 1: Emplazamiento Instalación

**Dirección:** Calle del Comte de Sicart 80

**Código Postal:** 43480

**Población:** Vila-seca

**Coordenadas:** Latitud: 41.11349, Longitud: 1.14923

**UTM:** 31, X: 344.610,99 Y:4.553.006,215

### 2.5 Reglamentación y disposiciones oficiales

Para la elaboración de esta memoria se ha tenido en cuenta la normativa siguiente:

#### Normas Generales

- Normas UNE / IEC y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
- Condicionantes que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Normas Técnicas Particulares (NTP) de la Compañía Distribuidora.

#### Obra Civil

- Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (CTE-DB-SI).
- Decreto 89/2010, de 29 de junio, por el que se aprueba el Programa de gestión de residuos de la construcción y demolición, y el canon sobre la deposición controlada de los residuos de la construcción.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

#### Instalación Eléctrica

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y la Instrucciones Técnicas Complementarias.
- 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 el Real Decreto 842/2002, del 2 de agosto y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo.
- Ley 24/2103 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Instrucción 7/2003, de 9 de septiembre, de la Dirección General de Energía y Minas sobre procedimiento administrativo para la aplicación del Reglamento electrotécnico

para Baja tensión mediante la intervención de las Entidades de Inspección y Control de la Generalitat de Catalunya.

- Real Decreto 1725/1984, de 18 de julio, por el que se modifican el Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía y el modelo de póliza de abono para el suministro de energía eléctrica y las condiciones de carácter general de la misma.
- Condiciones impuestas por los Organismo Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.

### Prevención de Riesgos Laborales

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, por la que se reforma el marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

### 2.6 Descripción del parking

El aparcamiento deseado para la instalación de este proyecto se encuentra situado en la calle del Comte de Sicart, número 80, en el e municipio de Vila-seca, Tarragona. El terreno determinado se encuentra dentro del núcleo urbano, próxima a la estación de tren de Vila-seca. El área de emplazamiento disponible es de aproximadamente 860 m<sup>2</sup>, sumado que, según el catastro, en el terreno no se encuentra ninguna previa construcción ni inmueble, añadir que este emplazamiento ofrece unas características ideales, ya que está próxima de la subestación de Vila-seca, aproximadamente a 1,2 kilómetros, y la ubicación se encuentra en una zona plana y urbanizada, es decir, facilita las obras y garantiza una buena integración de la infraestructura en el entorno urbano



Figura 2: Terreno Catastro

Según la información catastral, la zona no se encuentra afectada

### 2.7 Descripción de la instalación

#### DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Esta instalación tendrá una suministración eléctrica en media tensión a través de un Centro de Transformación i Medida de 630 kVA.

- La instalación de la línea de Media Tensión (25 kV de Tensión nominal a 50 Hz) hasta el CT la llevará a cabo una empresa externa.
- El Centro de Transformación dispondrá de un Centro de Entrega, el cual tendrá acceso independiente y limitado (mediante una puerta independiente y pantallas de protección, según las NTP) y se cederá a la Compañía Distribuidora.
- Se habilitará un acceso disponible las 24 horas al centro de transformación para la Compañía Distribuidora.
- Se realizará la línea de conexión desde el centro de Entrega hasta el punto de conexión según las condiciones técnicas de la Compañía Distribuidora.

La alimentación eléctrica de las Estaciones de Recarga Rápida EdR se realizarán a partir de un cuadro de baja tensión, el cual presenta las características siguientes:

1. Tensión nominal de 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro.
2. Corriente alterna trifásica de 4 conductores (3 fases + neutro), más el conductor de protección.
3. Esquema de puesta a tierra TT (masas de los equipos interconectados a una presa de tierra a través de un conector de protección), según ITC-BT-08.

Las Estaciones de Recarga UR contempladas en este proyecto serán trifásicas de 120 kW (con una intensidad máxima por fase de 190 A). Estos permitirán ampliarse hasta a 160 kW (con una intensidad máxima por fase de 250 A) a través de la incorporación de módulos de potencia.

#### CLASSIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

- Según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (ITC-BT-04), la instalación eléctrica se clasifica como:

- Grupo Z: Estación de Recarga situada en el exterior > 10 kW.

Se requiere un proyecto para su legislación.

Según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (ITC-BT-05) se debe realizar una verificación previa a la puesta en servicio de la instalación por parte de un organismo de control.

- Según el Reglamento de Alta Tensión, la instalación se clasifica como.

- Tercera categoría: instalaciones de tensión nominal igual o inferior de 30 kV y superior a 1 kV.

Se requiere un proyecto para su ejecución y posterior legalización.

### 2.8 Acciones a realizar

#### OBRA CIVIL

- Abertura de rasa de 60 cm de amplitud (donde se incluye: el corte con máquina, el repicado, la extracción de tierras a punto limpio, la colocación de tubos de polietileno embebidos en arena y el cierre de zanja) siguiendo las ITC de aplicación.
- Elaboración de un basamento para las EdRUR de dimensiones 800 x 800 x 350 mm de anchura, longitud y profundidad respectivamente.
- Instalación de arquetas de registro de hormigón prefabricados sin fondo de 600 x 600 x 1000 mm de anchura, longitud y profundidad respectivamente.
- Elaboración de la base de la nivelación.
- Instalación de un centro de transformación prefabricado pfu.7
- Instalación de sistema Puesta a Tierra (P.A.T) de protección, formada por anillos de tierra en el interior del CT, y instalación del sistema de P.A.T. de servicio, formada por picas de acero cobreado de 2 m de longitud.

#### INSTALACIÓN ELÉCTRICA

- Instalación en el Centro de Transformación y Medida de las siguientes celdas de media tensión:
  - 1 Celda de protección con ruptor fusible y captadores capacitivos para Servicios Auxiliares.
  - 1 Celda de línea.
  - 1 Celda de remonte.
  - 1 Celda de protección con Interruptor Automático.
  - 1 Celda de medida.
- Instalación de puentes de MT entre las celdas de media tensión y el transformador.
- Instalación de un Transformador de 630 kVA, 25/0,4 kV.
- Instalación de puentes de BT entre el transformador y el Cuadro General de Baja Tensión.
- Tendido de una línea de conductor de aluminio RHZ1, 18/30 kV, desde la celda de línea de entrada hasta el punto de conexión.

Las acciones a realizar para la instalación de las Estaciones de Recarga se describen a continuación:

- Instalación del Cuadro General de Baja Tensión.
- Instalación de tres Estaciones de Recarga Ultra Rápida (EdRUR), su configuración y puesta en marcha.
- Tendido de nuevas líneas eléctricas de baja tensión por canalización subterránea con las siguientes características:

- CBT (CT) - CGBT – 2x(4x240) mm<sup>2</sup> Cu RZ1-K(AS) 0,6/1 kV
  - CGBT – EdRUR 1 – 70 mm<sup>2</sup> Cu RZ1-K(AS) 0,6/1 kV
  - CGBT – EdRUR 2 – 70 mm<sup>2</sup> Cu RZ1-K(AS) 0,6/1 kV
  - CGBT – EdRUR 3 – 70 mm<sup>2</sup> Cu RZ1-K(AS) 0,6/1 kV
  - CGBT – EdRUR 4 – 70 mm<sup>2</sup> Cu RZ1-K(AS) 0,6/1 kV
- Ejecución de sistema de Puesta a Tierra tipo TT.

### INSTALACIÓN DE COMUNICACIONES

Para la comunicación de las estaciones de recarga se instalará un modem externo en cada uno de los EdRUR que permitirá compartir los datos de manera segura, flexible y a alta velocidad.

### INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ALARMA

Para garantizar la seguridad de las Estaciones de Recarga Ultra Rápida (EdRUR), se implementará un sistema de detección de robos el cual contará con un sistema de alarma los cuales irán conectados al interior de cada una de las EdRUR.

Este sistema cuenta con:

- Monitoreo constante del microcontrolador desde la web.
- Notificación en caso de robo tanto a los trabajadores del departamento de SAT como al propio cliente.
- Llamada a la policía en caso de robo.
- Alarma sonora 120 dB.

El operario deberá realizar toda la instalación del dispositivo siguiendo las pautas de instalación las cuales se encuentran tanto en el plano de conexión como en el pliego de condiciones técnicas particulares.

### SEÑALIZACIÓN

- Señalización horizontal con pintura, que delimita e indica las plazas de aparcamiento para vehículos eléctrico.

### 2.9 Obra Civil del Centro de Transformación

En el presente proyecto, se detallarán las principales características para la construcción de un nuevo CT.

Este nuevo CT será construido lo más próximo al parquin del proyecto, para reducir lo más posible los costes del tendido eléctrico.

Para la elaboración del diseño de este Centro de Transformación se ha tenido en cuenta toda la normativa indicada.

#### DESCRIPCIÓN

Los edificios prefabricados para Centros de Transformación, con superficie y maniobra interior de tipo caseta, se componen de compuestos por un envolvente de hormigón de estructura tipo monobloque donde se integran todos los componentes eléctricos, desde el equipo de Media Tensión hasta el cuadro de Baja Tensión.

Una de las principales ventajas que encontramos utilizando estos edificios pfu es que tanto la construcción como el montaje se pueden realizar en fabrica, lo que asegura un registro de calidad uniforme y reduce considerablemente el trabajo de obra civil. Además de que gracias a su diseño es fácil de adecuar tanto en áreas industriales como en zonas urbanas.

#### EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN.

El edificio prefabricado de hormigón está formado por las siguientes piezas principales: una que aglutina la base y las paredes, otra que forma la solera y una tercera que forma el techo. La estanquidad queda garantizada por el empleo de juntas de goma esponjosa.

Estas piezas son construidas en hormigón armado, con una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. La armadura metálica se une entre sí mediante latiguillos de cobre y a un colector de tierras, formando una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro.

Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10.000 ohmios respecto de la tierra de la envolvente.

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

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

En la base de la envolvente irán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja Tensión

#### CIMENTACIÓN.

Para la ubicación del centro de transformación prefabricado se realizará una excavación, cuyas dimensiones dependen del modelo seleccionado, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de unos 10 cm. de espesor.

## Memoria Descriptiva

La ubicación se realizará en un terreno que sea capaz de soportar una presión de 1 kg/cm<sup>2</sup>, de tal manera que los edificios o instalaciones anejas al CT y situadas en su entorno no modifiquen las condiciones de funcionamiento del edificio prefabricado.

### SOLERA, PAVIMENTO Y CERRAMIENTOS EXTERIORES.

Todos estos elementos están fabricados en una sola pieza de hormigón armado, según indicación anterior. Sobre la placa base, ubicada en el fondo de la excavación, y a una determinada altura se sitúa la solera, que descansa en algunos apoyos sobre dicha placa y en las paredes, permitiendo este espacio el paso de cables de MT y BT, a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

En el hueco para transformador se disponen dos perfiles en forma de "U", que se pueden desplazar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los agujeros para los cables de MT, BT y tierras exteriores.

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso a peatones, puertas de transformador y rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero galvanizado. Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de evitar aperturas intempestivas de las mismas y la violación del centro de transformación. Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180° hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90° con un retenedor metálico. Las rejillas están formadas por lamas en forma de "V" invertida, para evitar la entrada de agua de lluvia en el centro de transformación, y rejilla mosquitera, para evitar la entrada de insectos.

El CT tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmitan niveles sonoros superiores a los permitidos en las Ordenanzas Municipales y/o distintas legislaciones de las Comunidades Autónomas.

### CUBIERTA.

La cubierta está formada por piezas de hormigón armado, habiéndose diseñado de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre ésta, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

### PINTURAS.

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica o epoxy, haciéndolas muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

### VARIOS.

El índice de protección presentado por el edificio es:

- Edificio prefabricado: IP 23.
- Rejillas: IP 33.

Las sobrecargas admisibles son:

- Sobrecarga de nieve: 250 kg/m<sup>2</sup>.
- Sobrecarga de viento: 100 kg/m<sup>2</sup> (144 km/h).
- Sobrecarga en el piso: 400 kg/m<sup>2</sup>.

### 2.10 Instalación Eléctrica BT

#### POTENCIA PREVISTA Y INSTALADA

La **potencia máxima admisible**, quedará determinada para la potencia del transformador en alta tensión. Está será de 480 kVA, aplicando un cos de  $\phi$  de 0,95 la Potencia Máxima Admisible es de 456 kW.

La **potencia instalada** es la correspondiente a la potencia total de todos los receptores.

La **potencia de utilización** se obtiene a la de aplicar la potencia instalada un coeficiente de simultaneidad (Fs) en función del nombre de los equipos que pueden funcionar a la vez y un factor de utilización (Fu) en función de la previsión de utilización de los equipos.

	Potencia Instalada (kW)	Fu	Fs	Potencia de utilización (kW)
EdRUR 1	120,00	0,75	0,50	63,00
EdRUR 2	120,00	0,75	0,50	63,00
EdRUR 3	120,00	0,75	0,50	63,00
EdRUR 4	120,00	0,75	0,50	63,00
<b>TOTAL</b>	<b>480,00</b>			<b>252,00</b>

Tabla 1: Potencia de Utilización

Se realizará la instalación teniendo en cuenta la **Potencia Instalada** por seguridad y obligación de la normativa, el cliente tiene la decisión de cambiar el consumo de potencia de los cargadores si así lo requiere.

#### EQUIPO DE MEDIDA

Los equipos de medida se ubicarán en la celda de media de Media Tensión, en el interior del Centro de transformación.

### LINIA GENERAL DE ALIMENTACIÓN

La unión entre el cuadro CBT del CT en el Centro de Transformación al Cuadro General de Baja Tensión se efectuarán mediante conductores aislados unipolares de cobre del tipo RZ1-K(AS), con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) de 0,6/1 kV y una cubierta de poliolefina de tensión asignada 0,6/1 kV.

### QUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN

- El QGBT se dispondrán de un Interruptor General Automático, de corte omnipolar, de accionamiento manual i actuación automática de 800 amperios.
- Todos los circuitos de la instalación estarán protegidos contra sobretensiones permanentes y transitorias. Los dispositivos contra sobretensiones temporales deben de ser adecuados a la máxima sobretensión entre fase i neutro prevista.
- La instalación dispondrá de sistemas de protección contra contactos directos e indirectos. Todos los circuitos de la instalación están protegidos contra contactos directos e indirectos por interruptores diferenciales de corte omnipolar de los valores indicados.
- Todos los circuitos estarán protegidos contra sobreintensidades por dispositivos automáticos de corte omnipolar.

### LINEA DE ALIMENATCIÓN DE LA ESTACIÓN DE RECARGA

La Línea de Alimentación de la Estación de Recarga es la línea que enlaza el Cuadro General de Baja Tensión con el equipo de recarga. Su instalación se realizará según la instrucción ITC-BT-19 del Reglamento de Baja Tensión.

#### **Conductores**

Los conductores serán de cobre, multiconductores, de designación genérica RZ1-K de aislamiento de 0,6/1 kV, con revestimiento de compuesto termoplástico a fuerza de poliolefina libre de halógenos con baja emisiones de humo y gases corrosivos.

Para el cálculo de les secciones de les derivaciones individuales, se tendrá en cuenta la intensidad nominal de utilización y que la caída de tensión máxima no sobrepase del 5%.

Los conductores utilizados utilizarán el código de colores indicado en la instrucción ITC-BT-10:

- **Amarillo, verde:** conductor de protección
- **Negro, gris o marrón:** conductor de fase
- **Azul:** conductor de neutro

En el caso de entroncamientos se realizarán en el interior de cajas encastadas mediante regletas de conexión.

### Canalización

Todos los trazados de los diferentes circuitos, tanto principales como secundarios, así como las derivaciones de los mecanismos, se realizarán con tubo protector en montaje superficial, encastado o enterrado y con canales protectores. Según las instrucciones ITC-BT-21. El trazado será preferentemente siguiendo líneas paralelas y horizontales, tal y como se indica en los planos.

### Estación de Recarga

La Estación de Recarga que se ha considerado instalar es una Estación de recarga Ultra Rápida (EdRUR)

- L'EdRUR tiene una potencia de 120 kW (400 V con una intensidad máxima de 190 A) y permite cargar un vehículo a 120 kW en DC, o conectar dos vehículos eléctricos simultáneamente a 45 + 45 kW (DC).
- Por tal de no superar la potencia de contratada de la instalación, la EdRUR se limitará a 90 kW permitiendo cargar dos vehículos eléctricos simultáneamente a 45 + 45 kW (DC).
- Tiene una presa Tipo 2 ("Mennekes") trifásica, y dos mangueras COMBO 2 de corriente continua.

Para la instalación de la estación de recarga se cumplirán con lo indicado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión ITC-BT-52.

### Alimentación

- La tensión nominal de la EdR por la recarga de vehículos eléctricos es de 400 V y una intensidad máxima de 190 A en corriente alterna.
- El Sistema de instalación utilizado es el esquema 4b de la ITC-BT 52, correspondiendo a una instalación con circuito o circuitos adicionales por la carga del Vehículo Eléctrico.
- A fin de permitir la protección contra contactos indirectas mediante el uso de dispositivos de protección diferencial el sistema de tierras es el esquema TT de la ITC-BT-08.

### Punto de conexión

- El punto de conexión se sitúa al lado de la placa a alimentar, y se instalada de manera fija. La altura mínima de la instalación de las presas de corriente y conectores es de 0,6 m sobre el nivel del suelo. La altura máxima es de 1,2 m y a las placas destinadas a personas con movilidad reducida, entre los 0,7 y 1,2 m.
- Para garantizar la interconectividad del vehículo eléctrico, la estación de recarga está equipada con conectores del tipo 2.

### Dispositivos de mando y protección

Los dispositivos de mando y protección:

- De la línea de alimentación de la Estación de Recarga se ubican al cuadro de movilidad eléctrica.

- De la Estación de Recarga se incorporan dentro del equipo.

### **Requerimiento de alumbrado**

La estación de recarga garantiza que durante las operaciones y maniobras necesarias para el inicio y acabado de la recarga exista un nivel de iluminación horizontal mínimo de 20 lux a nivel de tierra (estaciones de carga en el exterior), tal y como prescribe la ITC-BT 52.

El cliente nos indica que otra empresa a parte realizará el diseño y la instalación del alumbrado.

### **Medidas de protección en función de las influencias externas**

El equipo está preparado para ser instalado al exterior y para tanta quedada por: Penetración de cuerpos sólidos extraños, penetración de agua, corrosión y resistencia a los rayos ultravioletados.

El grado de protección mínimo del equipo es IP54 i IK10 de resistencia mínima a impactos mecánicos.

### **Puesta a Tierra**

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

Con el objeto de limitar la diferencia de potencial que pueda haber en un momento concreto entre una masa metálica y el suelo, para asegurar la actuación de las protecciones y para eliminar o reducir el riesgo producido por avería del material eléctrico utilizado, se conectan entierra todos los equipos metálicos de la instalación.

Los conductores de protección que constituyen el circuito de tierras de la instalación y que unen las masas metálicas con el punto de puesta a tierra, están aislados y tienen la cubierta de color verde-amarillo, de forma que no se puedan confundir con otro conductor. Se mantiene la continuidad de este circuito, no intercalando en su recorrido ningún elemento seccionador a excepción de la caja de tierra. Todas las uniones entre los conductores se realizarán mediante sistemas de fijación por compresión que aseguran el contacto entre ellos y la durabilidad de este.

La puesta a tierra se realizará mediante una pica de acero encobrado de 2 m de longitud clavada al basamento de cada una de las estaciones de recarga.

La resistencia a tierra de la instalación será tal que no pueda existir ninguna tensión de contacto superior a 24 V en las partes metálicas accesibles de la instalación (estaciones de recarga, cuadros metálicos...).

Esto se consigue utilizando interruptores diferenciales de alta sensibilidad (30 mA) emplazados al cargador. Los interruptores diferenciales instalados al QGBT tienen una sensibilidad de 300 mA para permitir la buena coordinación de selectividad entre las protecciones, según el esquema unifilar.

### **Resistencia de Aislamiento**

La instalación deberá tener una resistencia de aislamiento superior o igual a la indicada en el Reglamento. Esta instalación debe de cumplir:

- Una Tensión de alimentación  $< 500$  V y una resistencia de aislamiento  $\geq 0,5$  M  $\Omega$

### **2.11 Gestión de residuos**

Tal como se indica al Decreto 89/2010 de 29 de junio, por el cual se aprueba el Programa de gestión de residuos de la construcción de Cataluña (POGROC), y en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el cual se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición: se anexa el estudio de gestión de residuos con a la correspondiente ficha de gestión de Residuos de

Construcción y Demolición (RCD) con estimación de los residuos que se producirán a los trabajos directamente relacionados con esta obra.

### **2.12 Estudio Básico de Seguridad y Salud**

Tal como se indica en el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el cual se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción: se anexa el Estudio Básico de Seguridad y Salud donde se establece las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales durante la ejecución de esta obra.

El presupuesto del estudio se incluye en el presupuesto general de la obra.

**2.13 Planificación de Gannt**

TAREAS	SEMANA							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Permisos y Legalizaciones								
Obra Civil								
Instalación Eléctrica								
Configuración Telecomunicaciones + Sistema de Alarma								
Verificación y Pruebas								
Redacción Documentación Legal								
Aprobación e Inspección Final								
Entrega del Proyecto								

*Figura 3: Diagrama de Gannt*

**2.14 Orden de prioridad de los documentos**

El orden de prioridad que se seguirá para el correspondiente proyecto es el siguiente:

- Planos
- Anexos
- Pliego de condiciones
- Presupuesto
- Memoria

### 3. Anexos

#### 3.1 Cálculo de Línea de BT

#### CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN

Línea Trifásica equilibrada

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos(\varphi) \cdot r}; \quad (1)$$

$$dV = I \cdot (R \cdot \cos(\varphi) + X \cdot \text{sen}(\varphi)); \quad (2)$$

Línea Monofásica

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos(\varphi) \cdot r} \quad (3)$$

$$dV = 2 \cdot I \cdot (R \cdot \cos(\varphi) + X \cdot \text{sen}(\varphi)) \quad (4)$$

En donde:

P = Potencia activa en vatios (w)

U = Tensión de servicio en voltios (V), fase\_fase o fase\_neutro

I = Intensidad en amperios (A)

dV = Caída de tensión simple(V)

Cosφ = Coseno de φ, factor de potencia

r = Rendimiento (eficiencia para líneas motor)

R = Resistencia eléctrica conductor (Ω)

X = Reactancia eléctrica conductor ( $\Omega$ )

### Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = \frac{1}{\rho} \quad (5)$$

$$\rho = \rho_{20} [1 + \alpha (T - 20)] \quad (6)$$

$$T = T_0 + [(T_{max} - T_0) \left(\frac{I}{I_{max}}\right)^2] \quad (7)$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

$\rho$  = Resistividad del conductor a la temperatura T.

$\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a 20°C.

$$\text{Cu} = 0.017241 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$\text{Al} = 0.028264 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$\alpha$  = Coeficiente de temperatura:

$$\text{Cu} = 0.003929$$

$$\text{Al} = 0.004032$$

T = Temperatura del conductor (°C).

$T_0$  = Temperatura ambiente (°C):

$$\text{Cables enterrados} = 25^\circ\text{C}$$

$$\text{Cables al aire} = 40^\circ\text{C}$$

$T_{max}$  = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

$$\text{XLPE, EPR} = 90^\circ\text{C}$$

$$\text{PVC} = 70^\circ\text{C}$$

$$\text{Barras Blindadas} = 85^\circ\text{C}$$

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

$I_{max}$  = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

**Fórmulas Sobrecargas**

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (8)$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z \quad (9)$$

Donde:

$I_b$ : intensidad utilizada en el circuito.

$I_z$ : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

$I_n$ : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables,  $I_n$  es la intensidad de regulación escogida.

$I_2$ : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica  $I_2$  se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ( $1,45 I_n$  como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ( $1,6 I_n$ ).

**Fórmulas Resistencia Tierra**Pica vertical

$$R_t = \frac{\rho}{L} \quad (10)$$

Siendo,

$R_t$ : Resistencia de tierra (Ohm)

$\rho$ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

$L$ : Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$Rt = \frac{2 \cdot \rho}{L} \quad (11)$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

$\rho$ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$Rt = \frac{1}{\left(\frac{Lc}{2\rho} + \frac{Lp}{\rho} + \frac{P}{0,8\rho}\right)} \quad (12)$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

$\rho$ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

Lc: Longitud total del conductor (m)

Lp: Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

DEMANDA DE POTENCIAS - ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN TT

- Potencia total instalada:

	480000 W
TOTAL....	480000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 480000

- Potencia Máxima Admisible (W): 554256.25

Cuadro Baja Tensión (Promutec) CT

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

- Longitud: 7.5 m;  $\text{Cos } \varphi_R : 1$ ;  $\text{Cos } \varphi_S : 1$ ;  $\text{Cos } \varphi_T : 1$ ;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0.08;

- Coeficiente de simultaneidad:  $R = 1$ ;  $S = 1$ ;  $T = 1$ ;

- Potencias:  $P(\text{w})$ : 480000  $Q(\text{var})$ : 0

- Intensidades fasores:  $I_R = 692.82$ ;  $I_S = -346.41-600i$ ;  $I_T = -346.41+600i$ ;  $I_N = 0$

- Intensidades valor eficaz:  $I_R = 692.82$ ;  $I_S = 692.82$ ;  $I_T = 692.82$ ;  $I_N = 0$

Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 692.82

Se eligen conductores Unipolares 3(4x240+TTx120)mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - Libre de halógenos y baja emisión de humos opacos y gases corrosivos -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 25°C ( $F_c=0.77$ ) 924 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 3(200) mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C):  $R = 61.54$ ;  $S = 61.54$ ;  $T = 61.54$ ;  $N = 25$

e(parcial):

Simple:  $R_N = 0.14 \text{ V}, 0.06\%$ ;  $S_N = 0.14 \text{ V}, 0.06\%$ ;  $T_N = 0.14 \text{ V}, 0.06\%$ ;

Compuesta:  $R_S = 0.25 \text{ V}, 0.06\%$ ;  $S_T = 0.25 \text{ V}, 0.06\%$ ;  $T_R = 0.25 \text{ V}, 0.06\%$ ;

e(total):

Simple:  **$R_N = 0.14 \text{ V}, 0.06\%$** ;  $S_N = 0.14 \text{ V}, 0.06\%$ ;  $T_N = 0.14 \text{ V}, 0.06\%$ ;

Compuesta:  $R_S = 0.25 \text{ V}, 0.06\%$ ;  $S_T = 0.25 \text{ V}, 0.06\%$ ;  $T_R = 0.25 \text{ V}, 0.06\%$ ;

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 800 A.

I. Aut./Tet. In.: 800 A. Térmico reg. Int.Reg.: 800 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase A.

### LGA

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

- Longitud: 2 m;  $\text{Cos } \varphi_R : 1$ ;  $\text{Cos } \varphi_S : 1$ ;  $\text{Cos } \varphi_T : 1$ ;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}) : 0.08$ ;

- Coeficiente de simultaneidad:  $R = 1$ ;  $S = 1$ ;  $T = 1$ ;

- Potencias:  $P(\text{w}) : 480000$   $Q(\text{var}) : 0$

- Intensidades fasores:  $I_R = 692.82$ ;  $I_S = -346.41-600i$ ;  $I_T = -346.41+600i$ ;  $I_N = 0$

- Intensidades valor eficaz:  $I_R = 692.82$ ;  $I_S = 692.82$ ;  $I_T = 692.82$ ;  $I_N = 0$

Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 692.82

Se eligen conductores Unipolares  $2(4 \times 240 + \text{TTx}120)\text{mm}^2\text{Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - Libre de halógenos y baja emisión de humos opacos y gases corrosivos -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 25°C ( $F_c=0.87$ ) 696 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 2(225) mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C):  $R = 89.41$ ;  $S = 89.41$ ;  $T = 89.41$ ;  $N = 25$

e(parcial):

Simple:  $R_N = 0.06 \text{ V}, 0.03\%$ ;  $S_N = 0.06 \text{ V}, 0.03\%$ ;  $T_N = 0.06 \text{ V}, 0.03\%$ ;

Compuesta:  $R_S = 0.11 \text{ V}, 0.03\%$ ;  $S_T = 0.11 \text{ V}, 0.03\%$ ;  $T_R = 0.11 \text{ V}, 0.03\%$ ;

e(total):

Simple:  $RN = 0.25 \text{ V}, 0.11\%$ ;  $SN = 0.25 \text{ V}, 0.11\%$ ;  $TN = 0.25 \text{ V}, 0.11\%$ ;

Compuesta:  $RS = 0.43 \text{ V}, 0.11\%$ ;  $ST = 0.43 \text{ V}, 0.11\%$ ;  $TR = 0.43 \text{ V}, 0.11\%$ ;

### Cuadro General Baja Tensión

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

	120000 W
	120000 W
	120000 W
	120000 W
TOTAL....	480000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 480000

#### Protecciones Principio de Línea

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 800 A. Térmico reg. Int.Reg.: 694 A.

Protección diferencial en Final de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase A.

#### Cálculo de la Línea EdRUR 1:

- Potencia nominal: 120000 W

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

- Longitud: 2.5 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0.08;

- Potencias: P(w): 120000 Q(var): 0

- Intensidades fasores: IR = 173.21; IS = -86.6-150i; IT = -86.6+150i; IN = 0

- Intensidades valor eficaz: IR = 173.21; IS = 173.21; IT = 173.21; IN = 0

Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 173.21

Se eligen conductores Unipolares 4x70+TTx35mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - Libre de halógenos y baja emisión de humos opacos y gases corrosivos -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 25°C (Fc=1) 185 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 125 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 81.98; S = 81.98; T = 81.98; N = 25

e(parcial):

Simple: RN = 0.13 V, 0.06%; SN = 0.13 V, 0.06%; TN = 0.13 V, 0.06%;

Compuesta: RS = 0.23 V, 0.06%; ST = 0.23 V, 0.06%; TR = 0.23 V, 0.06%;

e(total):

Simple: **RN = 0.38 V, 0.16% ADMIS (6.5% MAX.)**; SN = 0.38 V, 0.16%; TN = 0.38 V, 0.16%;

Compuesta: RS = 0.66 V, 0.16%; ST = 0.66 V, 0.16%; TR = 0.66 V, 0.16%;

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 179 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea EdRUR 2:

- Potencia nominal: 120000 W
- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 8 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0.08;
- Potencias: P(w): 120000 Q(var): 0
- Intensidades fasores: IR = 173.21; IS = -86.6-150i; IT = -86.6+150i; IN = 0
- Intensidades valor eficaz: IR = 173.21; IS = 173.21; IT = 173.21; IN = 0

Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 173.21

Se eligen conductores Unipolares 4x70+TTx35mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - Libre de halógenos y baja emisión de humos opacos y gases corrosivos -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 25°C (Fc=1) 185 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 125 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 81.98; S = 81.98; T = 81.98; N = 25

e(parcial):

Simple: RN = 0.42 V, 0.18%; SN = 0.42 V, 0.18%; TN = 0.42 V, 0.18%;

Compuesta: RS = 0.73 V, 0.18%; ST = 0.73 V, 0.18%; TR = 0.73 V, 0.18%;

e(total):

Simple: **RN = 0.67 V, 0.29% ADMIS (6.5% MAX.);** SN = 0.67 V, 0.29%; TN = 0.67 V, 0.29%;

Compuesta: RS = 1.16 V, 0.29%; ST = 1.16 V, 0.29%; TR = 1.16 V, 0.29%;

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 179 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea EdRUR 3:

- Potencia nominal: 120000 W
- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 22 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0.08;
  
- Potencias: P(w): 120000 Q(var): 0
- Intensidades fasores: IR = 173.21; IS = -86.6-150i; IT = -86.6+150i; IN = 0
- Intensidades valor eficaz: IR = 173.21; IS = 173.21; IT = 173.21; IN = 0

Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 173.21

Se eligen conductores Unipolares 4x70+TTx35mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - Libre de halógenos y baja emisión de humos opacos y gases corrosivos -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 25°C (Fc=1) 185 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 125 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 81.98; S = 81.98; T = 81.98; N = 25

e(parcial):

Simple: RN = 1.17 V, 0.51%; SN = 1.17 V, 0.51%; TN = 1.17 V, 0.51%;

Compuesta: RS = 2.02 V, 0.51%; ST = 2.02 V, 0.51%; TR = 2.02 V, 0.51%;

e(total):

Simple: **RN = 1.41 V, 0.61% ADMIS (6.5% MAX.);** SN = 1.41 V, 0.61%; TN = 1.41 V, 0.61%;

Compuesta: RS = 2.45 V, 0.61%; ST = 2.45 V, 0.61%; TR = 2.45 V, 0.61%;

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 179 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea EdRUR 4:

- Potencia nominal: 120000 W

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

- Longitud: 26 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0.08;

- Potencias: P(w): 120000 Q(var): 0

- Intensidades fasores:  $I_R = 173.21$ ;  $I_S = -86.6-150i$ ;  $I_T = -86.6+150i$ ;  $I_N = 0$

- Intensidades valor eficaz:  $I_R = 173.21$ ;  $I_S = 173.21$ ;  $I_T = 173.21$ ;  $I_N = 0$

Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 173.21

Se eligen conductores Unipolares 4x70+TTx35mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - Libre de halógenos y baja emisión de humos opacos y gases corrosivos -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 25°C (Fc=1) 185 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 125 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 81.98; S = 81.98; T = 81.98; N = 25

e(parcial):

Simple:  $R_N = 1.38$  V, 0.6%;  $S_N = 1.38$  V, 0.6%;  $T_N = 1.38$  V, 0.6%;

Compuesta:  $R_S = 2.39$  V, 0.6%;  $S_T = 2.39$  V, 0.6%;  $T_R = 2.39$  V, 0.6%;

e(total):

Simple: RN = 1.63 V, 0.7% ADMIS (6.5% MAX.); SN = 1.63 V, 0.7%; TN = 1.63 V, 0.7%;

Compuesta: RS = 2.81 V, 0.7%; ST = 2.81 V, 0.7%; TR = 2.81 V, 0.7%;

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 179 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase A.

**Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
LINEA GENERAL ALIMENT.	480000	7.5	2(4x240+TTx120)Cu	692.82	924	0.06	0.06	2(200)
QGBT – EdRUR 1	120000	2.5	4x70+TTx35Cu	173.21	185	0.06	0.16	125
QGBT – EdRUR 2	120000	8	4x70+TTx35Cu	173.21	185	0.18	0.29	125
QGBT – EdRUR 3	120000	22	4x70+TTx35Cu	173.21	185	0.51	0.61	125
QGBT – EdRUR 4	120000	26	4x70+TTx35Cu	173.21	185	0.6	0.7	125

Figura 4: Tabla de resultados BT

### CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA

- La resistividad del terreno es 300 ohmiosxm.

- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo      35 mm<sup>2</sup>    30 m.

M. conductor de Acero galvanizado      95 mm<sup>2</sup>

Picas verticales de Cobre      14 mm

de Acero recubierto Cu      14 mm 3 picas de 2m.

de Acero galvanizado      25 mm

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 14,29 ohmios.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm<sup>2</sup> en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm<sup>2</sup> en Cu.

### 3.2 Cálculo del CT

#### INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.

En un transformador trifásico la intensidad del circuito primario  $I_p$  viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{(1,732 \cdot U_p)} \quad (13)$$

$S$  = Potencia del transformador en kVA.

$U_p$  = Tensión compuesta primaria en kV.

$I_p$  = Intensidad primaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	$U_p$ (kV)	$I_p$ (A)
trafo 1	630	25	14.55

#### INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.

En un transformador trifásico la intensidad del circuito secundario  $I_s$  viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{(S \cdot 1000)}{(1,732 \cdot U_s)} \quad (14)$$

$S$  = Potencia del transformador en kVA.

$U_s$  = Tensión compuesta secundaria en V.

$I_s$  = Intensidad secundaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	Us (kV)	Is (A)
trafo 1	630	400	909,35

## CORTOCIRCUITOS.

### Observaciones.

Para el cálculo de la intensidad primaria de cortocircuito se tendrá en cuenta una potencia de cortocircuito de 480 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Cía suministradora.

### Cálculo de corrientes de cortocircuito.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las siguientes expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de Alta Tensión:

$$I_p = \frac{S_{cc}}{(1,732 \cdot U_p)} \quad (15)$$

siendo:

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

$U_p$  = Tensión compuesta primaria en kV.

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

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de Baja Tensión (despreciando la impedancia de la red de Alta Tensión):

$$I_{ccs} = \frac{(100 \cdot S)}{(1,732 \cdot U_{cc} (\%) \cdot U_s)} \quad (16)$$

siendo:

$S$  = Potencia del transformador en kVA.

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

$U_s$  = Tensión compuesta en carga en el secundario en V.

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

**Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.**

Utilizando las expresiones del apartado 3.2.

Scc (MVA)	$U_p$ (kV)	$I_{ccp}$ (kA)
480	25	11,09

**Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.**

Utilizando las expresiones del apartado 3.2.

Transformador	Potencia (kVA)	$U_s$ (V)	$U_{cc}$ (%)	$I_{ccs}$ (kA)
trafo 1	630	400	4,5	20,21

**DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.**

Las características del embarrado son:

Intensidad asignada : 630 A.

Límite térmico, 1 s. : 12.5 kA eficaces.

Límite electrodinámico : 31.25 kA cresta.

Por lo tanto, dicho embarrado debe soportar la intensidad nominal sin superar la temperatura de régimen permanente (comprobación por densidad de corriente), así como los esfuerzos electrodinámicos y térmicos que se produzcan durante un cortocircuito.

**Comprobación por densidad de corriente.**

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor que constituye el embarrado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima en régimen permanente. Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por SelmaSF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 630 A.

### Comprobación por sollicitación electrodinámica.

La resistencia mecánica de los conductores deberá verificar, en caso de cortocircuito que:

$$\beta_{m\acute{a}x} \geq \frac{I_{ccp}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W} \quad (17)$$

siendo:

$\beta_{m\acute{a}x}$  = Valor de la carga de rotura de tracción del material de los conductores. Para cobre semiduro 2800 Kg / cm<sup>2</sup>

$I_{ccp}$  = Intensidad permanente de cortocircuito trifásico, en kA.

$L$  = Separación longitudinal entre apoyos, en cm.

$d$  = Separación entre fases, en cm.

$W$  = Módulo resistente de los conductores, en cm<sup>3</sup>.

Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por SelmaSF6 conforme a la normativa vigente se garantiza el cumplimiento de la expresión anterior.

### Comprobación por sollicitación térmica a cortocircuito.

La sobreintensidad máxima admisible en cortocircuito para el embarrado se determina:

$$I_{th} = \alpha \cdot S \cdot \left(\frac{\Delta T}{t}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (18)$$

siendo:

$I_{th}$  = Intensidad eficaz, en A.

$\alpha = 13$  para el Cu.

S = Sección del embarrado, en mm<sup>2</sup>.

$\Delta T$  = Elevación o incremento máximo de temperatura, 150°C para Cu.

t = Tiempo de duración del cortocircuito, en s.

Puesto que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por SelmaSF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza que:

$$I_{th} \geq 12.5 \text{ kA durante 1 s.}$$

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

Los transformadores están protegidos tanto en AT como en BT. En Alta tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, y en baja tensión la protección se incorpora en los cuadros de BT.

### **Protección general en AT.**

La protección general en AT de este CT se realiza utilizando una celda de interruptor automático dotado de relé electrónico con captadores toroidales de intensidad por fase, cuya señal alimentará a un disparador electromecánico liberando el dispositivo de retención del interruptor y así efectuar la protección a sobrecargas, cortocircuitos.

### **Protección general en AT.**

La protección general en AT de este CT se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles combinados, siendo estos los que efectúan la protección ante cortocircuitos.

Son limitadores de corriente produciéndose su fusión antes de que la corriente de cortocircuito haya alcanzado su valor máximo.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío.
- Soportar la intensidad nominal en servicio continuo.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia total:

Potencia total transformador (kVA)	In fusibles (A)
630	40

Para la protección contra sobrecargas se instalará un relé electrónico con captadores de intensidad por fase cuya señal alimentará a un disparador electromecánico liberando el dispositivo de retención del interruptor.

### Protección en Baja Tensión.

En el circuito de baja tensión de cada transformador según RU6302 se instalará un Cuadro de Distribución de 4 salidas con posibilidad de extensionamiento. Se instalarán fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad exigida a esa salida, y un poder de corte mayor o igual a la corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión, calculada en el apartado 3.4.

La descarga del trafo al cuadro de Baja Tensión del CT se realizará con conductores XLPE 0,6/1kV 240 mm<sup>2</sup> Al unipolares instalados al aire cuya intensidad admisible a 40°C de temperatura ambiente es de 390 A.

Para el trafo 1, cuya potencia es de 630 kVA y cuya intensidad en Baja Tensión se ha calculado en el apartado 2, se emplearán 3 conductores por fase y 2 para el neutro.

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

Para el cálculo de la superficie mínima de las rejillas de entrada de aire en el edificio del centro de transformación, se utiliza la siguiente expresión:

$$Sr = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0,24 \cdot k \cdot \sqrt{h} \cdot \Delta T^3} \quad (19)$$

siendo:

$W_{cu}$  = Pérdidas en el cobre del transformador, en kW.

$W_{fe}$  = Pérdidas en el hierro del transformador, en kW.

$k$  = Coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada de aire, 0,5.

$h$  = Distancia vertical entre centros de las rejillas de entrada y salida, en m.

$\Delta T$  = Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, 15°C.

$S_r$  = Superficie mínima de la rejilla de entrada de ventilación del transformador, en m<sup>2</sup>.

No obstante, puesto que se utilizan edificios prefabricados de Orma-mn éstos han sufrido ensayos de homologación en cuanto al dimensionado de la ventilación del centro de transformación.

#### **DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.**

El pozo de recogida de aceite será capaz de alojar la totalidad del volumen que contiene el transformador, y así es dimensionado por el fabricante al tratarse de un edificio prefabricado.

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

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

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

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

En instalaciones de Alta Tensión de tercera categoría los parámetros de la red que intervienen en los cálculos de faltas a tierras son:

Tipo de neutro.

El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, o a través de impedancia (resistencia o reactancia), lo cual producirá una limitación de las corrientes de falta a tierra.

### Tipo de protecciones en el origen de la línea.

Cuando se produce un defecto, éste es eliminado mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un relé de intensidad, el cual puede actuar en un tiempo fijo (relé a tiempo independiente), o según una curva de tipo inverso (relé a tiempo dependiente).

Asimismo, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 0,5 s.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora, se tiene:

- Intensidad máxima de defecto a tierra (Inicial),  $I_{d\text{máx}}$  (A): 300.
- Duración de la falta.

Desconexión inicial:

Tiempo máximo de eliminación del defecto (s): 0.7.

### **Diseño de la instalación de tierra.**

Para los cálculos a realizar se emplearán los procedimientos del “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría”, editado por UNESA.

### TIERRA DE PROTECCIÓN.

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

### TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador y la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm. y longitud 2 m., unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm<sup>2</sup> de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de 50 mm<sup>2</sup>, aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

### **Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.**

Las características de la red de alimentación son:

- Tensión de servicio,  $U = 25000 \text{ V}$ .
- Puesta a tierra del neutro:
  - Desconocida.
- Nivel de aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión,  $U_{bt} = 10000 \text{ V}$ .
- Características del terreno:
  - $p$  terreno ( $\Omega\text{xm}$ ): 150.
  - $p_H$  hormigón ( $\Omega\text{xm}$ ): 3000.

### **TIERRA DE PROTECCIÓN.**

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas ( $R_t$ ), la intensidad y tensión de defecto ( $I_d$ ,  $U_E$ ), se utilizarán las siguientes fórmulas:

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

$$R_t = K_r \cdot p \text{ (}\Omega\text{)} \quad (20)$$

- Intensidad de defecto,  $I_d$ :

$$I_d = I_{d\text{máx}} \text{ (A)} \quad (21)$$

· Aumento del potencial de tierra,  $U_E$ :

$$U_E = R_t \cdot I_d \text{ (V)} \quad (22)$$

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 80-40/5/00.
- Geometría: Anillo.
- Dimensiones (m): 8x4.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 0.
- Longitud de las picas (m): 0.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia,  $K_r (\Omega/\Omega\text{m}) = 0.088$ .
- De la tensión de paso,  $K_p (V/((\Omega\text{m})A)) = 0.0169$ .
- De la tensión de contacto exterior,  $K_c (V/((\Omega\text{m})A)) = 0.0508$ .

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$R_t = K_r \cdot p = 0.088 \cdot 150 = 13.2 \Omega. \quad (23)$$

$$I_d = I_{d\text{máx}} = 300 \text{ A.} \quad (24)$$

·

$$U_E = R_t \cdot I_d = 13.2 \cdot 300 = 3960 \text{ V.} \quad (25)$$

TIERRA DE SERVICIO.

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 5/32.
- Geometría: Picas en hilera.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 3.
- Longitud de las picas (m): 2.
- Separación entre picas (m): 3.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia,  $K_r (\Omega/\Omega \times m) = 0.135$ .

Sustituyendo valores:

$$R_{t_{NEUTRO}} = K_r \cdot p = 0.135 \cdot 150 = 20.25 \Omega \quad (26)$$

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

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

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas. Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá dada por las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

$$U'_p = K_p \cdot p \cdot I_d = 0.0169 \cdot 150 \cdot 300 = 760.5 \text{ V.} \quad (27)$$

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

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro.

Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.

Con esta medida 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 de la tensión de contacto y de paso interior.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.

Asimismo, la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior.

$$U'p (\text{acc}) = Kc \cdot p \cdot Id = 0.0508 \cdot 150 \cdot 300 = 2286 \text{ V.} \quad (28)$$

### **Cálculo de las tensiones aplicadas.**

Para la obtención de los valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior y en el acceso, se utilizan las siguientes expresiones:

$$Up = 10 \cdot Uca \cdot \left(1 + \left(\frac{2 \cdot Rac + 6 \cdot ps \cdot Cs}{1000}\right)\right) V \quad (29)$$

$$Up (\text{acc}) = 10 \cdot Uca \cdot \left(1 + \left(\frac{2 \cdot Rac + 3 \cdot ps \cdot Cs + 3 \cdot pH \cdot CH}{1000}\right)\right) V \quad (30)$$

$$Cs = 1 - 0,106 \cdot \left[ \frac{\frac{1-\rho}{\rho_s}}{2 \cdot hs + 0,106} \right] \quad (31)$$

$$C_H = 1 - 0,106 \cdot \left[ \frac{\frac{1-\rho}{\rho_H}}{2 \cdot h_H + 0,106} \right] \quad (32)$$

$$t = t' + t'' \text{ s.} \quad (33)$$

Siendo:

$U_p$  = Tensión de paso admisible en el exterior, en voltios.

$U_p$  (acc) = Tensión en el acceso admisible, en voltios.

$U_{ca}$  = Tensión de contacto aplicada admisible según ITC-RAT 13 (Tabla 1), en voltios.

$R_{ac}$  = Resistencias adicionales, como calzado, aislamiento de la torre, etc, en  $\Omega$ .

$C_s$  = Coeficiente reductor de la resistencia superficial del suelo.

$C_H$  = Coeficiente reductor de la resistencia del hormigón.

$h_s$  = Espesor de la capa superficial del terreno, en m.

$h_H$  = Espesor de la capa de hormigón, en m.

$p$  = Resistividad natural del terreno, en  $\Omega \times m$ .

$p_s$  = Resistividad superficial del suelo, en  $\Omega \times m$ .

$p_H$  = Resistividad del hormigón, 3000  $\Omega \times m$ .

$t$  = Tiempo de duración de la falta, en segundos.

$t'$  = Tiempo de desconexión inicial, en segundos.

$t''$  = Tiempo de la segunda desconexión, en segundos.

Según el punto 8.2. el tiempo de duración de la falta es:

$$t' = 0.7 \text{ s.}$$

$$t = t' = 0.7 \text{ s.}$$

Sustituyendo valores:

$$U_p = 10 \cdot 165,2 \cdot \left( 1 + \left( \frac{2 \cdot 2000 + 6 \cdot 150 \cdot 1}{1000} \right) \right) = 9746,8 \text{ V} \quad (34)$$

$$U_p = 10 \cdot 165,2 \cdot \left( 1 + \left( \frac{2 \cdot 2000 + 3 \cdot 150 \cdot 1 + 3 \cdot 3000 \cdot 0,67}{1000} \right) \right) = 18978,56 \text{ V} \quad (35)$$

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \left[ \frac{\frac{1-150}{150}}{2 \cdot 0,1 + 0,106} \right] = 1 \quad (36)$$

$$C_H = 1 - 0,106 \cdot \left[ \frac{\frac{1-150}{3000}}{2 \cdot 0,1 + 0,106} \right] = 0,67 \quad (37)$$

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	$U_p = 760.5 \text{ V.}$	$\leq$	$U_p = 9746.8 \text{ V}$
Tensión de paso en el acceso	$U_p (\text{acc}) = 2286 \text{ V.}$	$\leq$	$U_p (\text{acc}) = 18978.56 \text{ V.}$

Tensión e intensidad de defecto.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Aumento del potencial de tierra	$U_E = 3960 \text{ V}$	$\leq$	$U_{bt} = 10000 \text{ V.}$
Intensidad de defecto	$I_d = 300 \text{ A}$	$>$	

**Investigación de las tensiones transferibles al exterior.**

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

No obstante, para garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima ( $D_{n-p}$ ), entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio.

$$Dn - p \geq \frac{p \cdot Id}{2000 \cdot \pi} = \frac{150 \cdot 300}{2000 \cdot \pi} = 7,16 \text{ m} \quad (38)$$

Siendo:

$p$  = Resistividad del terreno en  $\Omega\text{xm}$ .

$Id$  = Intensidad de defecto en A.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo de servicio se realizará con cable de Cu de 50 mm<sup>2</sup>, aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

### **Corrección del diseño inicial.**

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado según se pone de manifiesto en las tablas del punto 8.7.

Se realizará el cálculo de la sección de los conductores de BT, a partir de la potencia que deben de suministrar, teniendo una determinada tensión y con una caída de tensión permitida por las ITC-BT-21 comprobando que la sección que se obtiene pueda soportar la intensidad que circulará por los cables.

INGEREV

# RAPID 120/180



Cambiar la **respuesta es**  
**EVOLUCIÓN**

Cambiar la **pregunta es**  
**REVOLUCIÓN**

Ser capaces de dar respuesta a las necesidades actuales del mercado es siempre un desafío, que requiere de una constante transformación. Para el desarrollo de la novedosa gama RAPID, en Ingeteam nos hicimos infinidad de nuevas preguntas, ya que estos nuevos equipos debían cubrir, no sólo las necesidades actuales, sino también las futuras, en un sector en constante evolución.

Ingeteam presenta la nueva gama de cargadores **INGEREV® RAPID, para carga ultra-rápida, de 120 kW y 180 kW**, para cumplir con el potencial de los vehículos más exigentes. Han sido diseñados para satisfacer los más altos estándares de calidad y prestaciones en cuanto a gestión de potencia, comunicaciones, fiabilidad y eficiencia.

Son compatibles con los estándares CCS y CHAdeMO. Los modelos Trio incorporan, además, toma Tipo 2 de 22 kW para carga en corriente alterna, permitiendo la carga simultánea de hasta tres vehículos. Así mismo, disponen de gestión de potencia entre las distintas salidas del equipo, o entre varios equipos INGEREV en una misma instalación.

	RAPID 120/180 Duo	RAPID 120/180 Trio
Conectores	2	3
Carga simultánea	✓	✓
Tipo de conectores	CCS + CCS CCS + CHAdeMO	CCS + CCS + AC CCS + CHAdeMO + AC

## FUNCIONALIDADES

- Electrónica modular. Los equipos de 120 kW son ampliables a 180 kW.
- Recarga en CCS, hasta 180 kW. Posibilidad de doble CCS.
- Recarga en CHAdeMO, hasta 80 kW.
- Mangueras con sistema auto-retráctil.
- Recarga en AC Toma Tipo 2, hasta 22 kW, en equipos Trio.
- Indicación de estado mediante LEDs RGB.
- Lector RFID.
- Pantalla táctil a color de 7", multi-idioma.
- Vatímetros MID.
- Carga simultánea en todas las salidas de potencia disponibles.
- Envoltente de acero inoxidable de gran resistencia.

## COMUNICACIONES

- RS485, Ethernet (modo switch).
- Modbus, MQTT, OCPP.
- Actualizaciones automáticas de software durante la vida del producto.



INGEREV

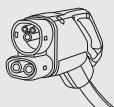
# RAPID 120/180

Cambiar la **respuesta es**  
**EVOLUCIÓN**

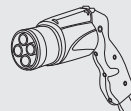
Cambiar la **pregunta es**  
**REVOLUCIÓN**



## TIPO DE CONECTORES



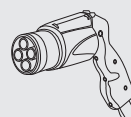
**CCS 300**  
CCS 300 A



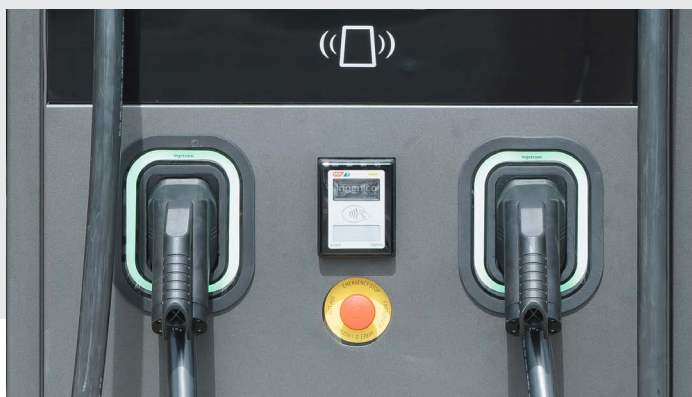
**CHA125**  
CHAdeMO 125 A



**AC 22 kW**  
Toma Tipo 2



**CHA200**  
CHAdeMO 200 A



## SEGURIDAD

- Protecciones diferenciales y magnetotérmicas contra contactos indirectos, cortocircuitos y sobrecargas.
- Protecciones contra sobretensiones permanentes y transitorias Tipo II.
- Pulsador de emergencia de gran visibilidad para garantizar la seguridad de su uso.

## OPCIONES

- Diferenciales autorrearmables.
- Sistema de bloqueo de conectores.
- Comunicación remota 3G/4G.
- Lector de tarjetas bancarias contactless.
- Pantalla comercial de 21".
- Smart DLM.



INGEREV

# RAPID 120/180

Cambiar la **respuesta es** **EVOLUCIÓN** | Cambiar la **pregunta es** **REVOLUCIÓN**

	INGEREV® RAPID 120	INGEREV® RAPID 180
<b>Entrada AC</b>		
Tensión	AC 3ph.+ N + PE; 380/400/480 Vac ±15 %	
Frecuencia	50 / 60 Hz ±5 %	
Corriente nominal	190 A + 32 A	280 A + 32 A
Potencia nominal	120 kW + 22 kW	180 kW + 22 kW
<b>Salida DC</b>		
Rango de tensión	150 - 1.000 V	
Corriente máxima	400 A (200 + 200 A)	600 A (300 + 300 A)
Potencia máxima	120 kW (60 + 60 kW)	180 kW (90 + 90 kW)
Conectores de carga	CCS + CCS   CCS + CCS + AC CCS + CHAdeMO (125, 200 A)   CCS + CHAdeMO (125, 200 A) + AC	
<b>Salida AC (opcional)</b>		
Corriente máxima	32 A	
Potencia máxima	22 kW	
Conectores de carga	AC Modo 3 Toma Tipo 2 con obturadores	
<b>Cumplimiento de normativas y seguridad</b>		
Estándares	IEC 61851-1 ed 3, IEC 61851-21-2 ed 1, IEC 61851-23 ed 1, IEC 61851-24 ed 1, IEC 62196-2, IEC 62196-3, IEC 61000	
Sobrecorriente	MCB programable	
Contactos indirectos	DC - RCD 30mA Tipo A + Sensor de fugas DC AC - RCD Tipo B	
Sobretensiones	Protección contra sobretensiones permanentes y transitorias Tipo 2, tanto en entradas como en salidas DC	
<b>Funcionalidades y accesorios</b>		
Conexión	Ethernet, Modem 3G/4G (opcional)	
Protocolo de Comunicación	OCPP (estándares y versiones personalizadas)	
Pantalla publicitaria	Full HD de 21" (opcional)	
HMI	Pantalla táctil de 7", RFID (Mifare Classic 1K&4K, MifareDesFire EV1, NFC)	
<b>Información general</b>		
Consumo en stand-by	<60 W	<80 W
Sistema retráctil para mangueras	Incluido	
Longitud de mangueras	6,5 m (5 m útiles)	
Medición de energía	Medidas de salidas de AC (MID) y DC	
Temperatura de funcionamiento	-35 °C ~ 60 °C (opción kit de baja y alta temperatura)	
Humedad	<95 %	
Peso	380 kg	420 kg
Medidas (Al x An x P)	2.540 x 774 x 730 mm	
Envoltorio	Acero inoxidable 430 y aluminio	
Altitud de funcionamiento	2.000 m (para altitudes superiores consultar con Ingeteam)	
Grado de protección	IP54 / IK10 (display IK08) / C5H	
Marcado	CE	
Directivas	Directivas de baja tensión : 2014/35/EU Directiva EMC : 2014/30/EU	



Smart &  
digital grids



Green  
mobility



Sustainable  
buildings &  
infrastructures



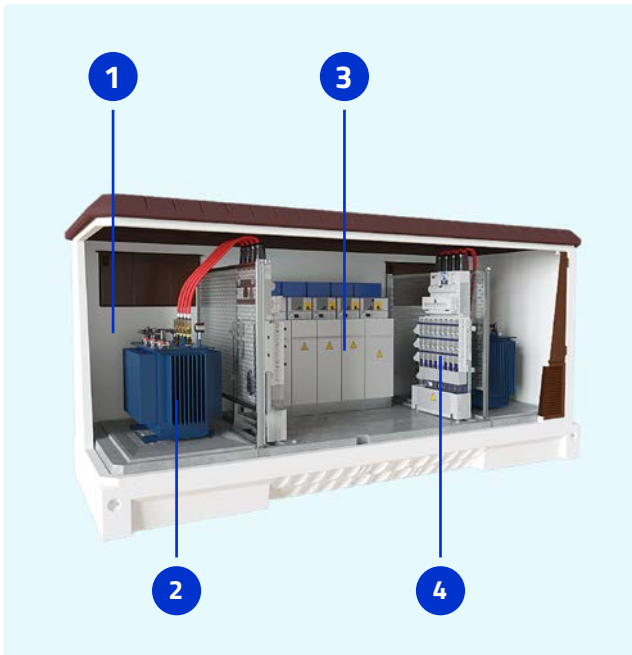
Green  
generation  
& storage

CENTROS PREFABRICADOS

# Centros de transformación

Centros de maniobra interior y de instalación  
en superficie o subterráneos

# Estructura constructiva



## 1 Envoltente

Estructura prefabricada de maniobra interior de hormigón armado monobloque que confiere protección contra fuertes impactos externos y frente a la entrada de agua.

## 2 Transformador

Transformadores de distribución Ormazabal de hasta 1250 kVA\*.

## 3 Aparata de media tensión

Celdas de MT Ormazabal de hasta 40,5 kV.

## 4 Cuadro de baja tensión

Cuadros de distribución de BT de hasta 8 salidas por cuadro\*.

\* Para otros valores o configuraciones, consultar con Ormazabal.

# Familias de producto

## CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

### pfu gama basic

Centros de transformación prefabricados de hormigón, de superficie y maniobra interior



## Características generales

Diseño general	Envolvente monobloque prefabricada de hormigón armado con cubierta amovible
Aparamenta de media tensión	Celdas Ormazabal de hasta 40,5 kV
Transformador	Transformadores de distribución de MT/BT de llenado integral en dieléctrico líquido hasta 40,5 kV y 1250 kVA* de potencia unitaria
Aparamenta de baja tensión	Cuadros de distribución de BT de hasta 8 salidas por cuadro
Unidades de protección, control y medida de Ormazabal	Telemando, teled medida, control integrado, telegestión, etc.
Conexiones	Interconexiones directas por cable MT y BT
Puesta a tierra	Circuito interior de puesta a tierra
Conexiones auxiliares	Circuito de alumbrado y servicios auxiliares
Profundidad de excavación**	Entre 560 y 600 mm, en función de las características resistentes del terreno.
Normativa	IEC 62271-202 Bajo demanda: Normas particulares de Compañía Eléctrica. Reglamentaciones locales vigentes.

\* Para otras configuraciones y/o valores consultar con Ormazabal.

\*\* Para más detalles, consultar con Ormazabal.

## Dimensiones exteriores y pesos

### Variantes de dimensiones predefinidas

Envoltentes monobloque de superficie y maniobra interior en cuatro diferentes tamaños que cubren las principales configuraciones de las redes para distribución secundaria.

#### ■ Anchura de cubierta 2500:

		pfu-3	pfu-4	pfu-5	pfu-7	
Longitud*	[mm]	3280	4460	6080	8080	
Anchura*	[mm]	2380	2380	2380	2380	
Altura	[mm]	Cubierta estándar	3045	3045	3045	-
		Cubierta sobreelevada	3240	3240	3240	3240
Altura visible	[mm]	Cubierta estándar	2585	2585	2585	-
		Cubierta sobreelevada	2780	2780	2780	2790
Peso**	[kg]	10545	13465	17460	29090	

\* Dimensiones del cuerpo, para conocer la longitud y anchura totales incluyendo cubierta, habrá que sumar 120 mm a ambas dimensiones.

\*\* Peso de la envoltente vacío, sin equipo eléctrico.

#### ■ Anchura de cubierta 2720:

		pfu-7/27***
Longitud*	[mm]	7350
Anchura*	[mm]	2550
Altura	[mm]	3150
Altura visible	[mm]	2630
Peso**	[kg]	27000

\* Dimensiones exteriores del cuerpo, para conocer la longitud y anchura totales incluyendo cubierta, habrá que sumar 170 mm a ambas dimensiones.

\*\* Peso de la envoltente vacía sin equipo eléctrico.

\*\*\* Consultar disponibilidad con Ormazabal.

### Variantes de dimensiones ampliadas

Envoltentes conformadas por combinaciones de elementos monobloque, especialmente dirigidas a aplicaciones que requieren mayor espacio interior.

		pfu-44	pfu-45	pfu-54	pfu-55	pfu-77
Longitud*	[mm]	8920	10540	10540	12160	16160
Anchura*	[mm]	2380	2380	2380	2380	2380
Altura	[mm]	3240	3240	3240	3240	3240
Altura visible	[mm]	2740	2740	2740	2740	2790
Peso**	[kg]	26930	30925	30925	34920	58180

\* Dimensiones del cuerpo, para conocer la longitud y anchura totales incluyendo cubierta, habrá que sumar 120 mm a ambas dimensiones.

\*\* Peso de la envoltente vacío, sin equipo eléctrico.

NOTA: Este documento contiene datos orientativos. Para más información, consultar con Ormazabal.



Smart & digital grids

Green mobility

Sustainable buildings & infrastructures

Green generation & storage

CELDAS DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA

# cgmcosmos

Sistema modular y compacto  
con aislamiento integral en gas

Hasta 24 kV  
Hasta 27 kV

Normas IEC  
Normas ANSI / IEEE

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

# cgmcosmos-I

## Función de línea

Celda modular de línea, equipada con un interruptor-seccionador de tres posiciones: cerrado, abierto o puesto a tierra.



Características eléctricas		IEC		ANSI/IEEE	
<b>Tensión asignada</b>	$U_r$ [kV]	12*	24	15.5	27
<b>Frecuencia asignada</b>	$f_r$ [Hz]	50/60		50/60	
<b>Corriente asignada (embarrado y línea)</b>	$I_r$ [A]	400/630		600	
<b>Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 min)</b>					
Entre fases y tierra	$U^d$ [kV]	28	50	35	60
A través de la distancia de seccionamiento	$U^d$ [kV]	32	60	38,5	66
<b>Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo</b>					
Entre fases y tierra	$U^p$ [kV]	75	125	95	125
A través de la distancia de seccionamiento	$U^p$ [kV]	85	145	104,5	137,5
<b>Clasificación arco interno</b>	IAC	AFL 16 kA 0,5 s/16 kA 1 s/20** kA 1 s/ 25 kA 1 s AFL[R***] 20** kA 1 s		AFL 16 kA 0,5 s/16 kA 1 s/ 20** kA 1 s/25 kA 1 s	
<b>Tensión de corriente continua soportada</b>	[kV]	48 kV sin dispositivo de comprobación de cable 50 kV con dispositivo de comprobación de cable		53	78
<b>Interruptor-seccionador</b>		IEC 62271-103 + IEC 62271-102		IEEE C37.74	
<b>Corriente admisible asignada de corta duración (circuito principal)</b>					
Valor $t^k = (x)$ s	$I^k$ [kA]	16/20** (1/3 s)/25 (1 s)		20** (1/3 s)/25 (1 s)	
Valor de pico	$I^p$ [kA]	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65		50 Hz: 52**/62,5 60 Hz: 54,6**/65	
<b>Poder de corte de corriente principalmente activa</b>	$I^1$ [A]	400/630		600	
<b>Poder de corte - carga de cable / carga de línea</b>	$I^{4a}$ [A]	50/1,5		15	
<b>Poder de corte bucle cerrado</b>	$I^{2a}$ [A]	400/630		600	
<b>Poder de corte de falta a tierra</b>	$I^{6a}$ [A]	300		n/a	
<b>Poder de corte de cables y líneas en vacío en condiciones de falta a tierra</b>	$I^{6b}$ [A]	100		n/a	
<b>Corriente de conmutación de magnetización del transformador</b>	[A]	21		21	
<b>Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)</b>	$I^{ma}$ [kA]	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65		50 Hz: 52**/62,5 60 Hz: 54,6**/65	
<b>Categoría del interruptor</b>					
Endurancia mecánica		1000-M1/5000-M2		1000/5000	
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase		5-E3		3	
<b>Seccionador de puesta a tierra</b>		IEC 62271-102		IEEE C37.74	
<b>Corriente admisible asignada de corta duración (circuito de tierra)</b>					
Valor $t^k = (x)$ s	$I^k$ [kA]	16/20** (1/3 s)/25 (1 s)		20** (1/3 s)/25 (1 s)	
Valor de pico	$I^p$ [kA]	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65		50 Hz: 52**/62,5 60 Hz: 54,6**/65	
<b>Poder de cierre del seccionador de puesta a tierra (valor de pico)</b>	$I^{ma}$ [kA]	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65		50 Hz: 52**/62,5 60 Hz: 54,6**/65	
<b>Categoría del seccionador de puesta a tierra:</b>					
Endurancia mecánica (manual)		1000-M0		1000	
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase		5-E2		3	

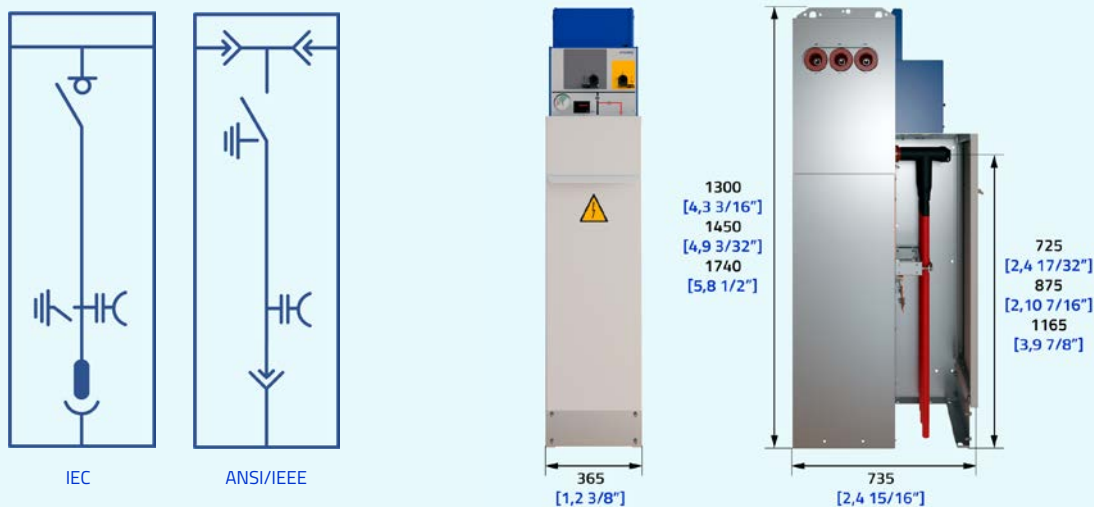
\* También disponible con  $U_r = 7,2$  kV bajo demanda

\*\* Ensayos realizados a 21 kA/52,5 kA y 25 kA/65 kA

\*\*\* Con escape de gas hacia arriba por un conducto para celdas de 1740 mm de altura y hacia foso para celdas de 1300 mm de altura

## Dimensiones

90/100 kg  
198/220 Lb



## Configuración

Estándar  Opcional

### Clasificación IAC

Arco interno IAC AFLR

20 kA 1 s

Arco interno IAC AF/AFL

16 kA 1 s    20 kA 1 s    25 kA 1 s

Arco interno: cuba

16 kA 0,5 s    20 kA 0,5 s

16 kA 1 s    20 kA 1 s    25 kA 1 s

### Altura de celda

1740 mm

1450 mm

(con dispositivo de comprobación de cable)

1300 mm

### Cuba de gas

Indicador de presión del gas:

Manómetro sin contacto

Manómetro con contactos y compensación de temperatura

Conexión frontal:

Pasatapas de cable

Extensibilidad:

A ambos lados

A la izquierda / derecha ciega

A la derecha / izquierda ciega

Tipo de conexión lateral:

Tulipa

Derecha    Izquierda    Ambas

Pasatapas

Derecha    Izquierda    Ambas

### Mecanismos de maniobra

Palancas de accionamiento

Mecanismo manual tipo B

Mecanismo motorizado tipo BM

Enclavamientos adicionales:

Enclavamientos eléctricos

Enclavamientos con cerradura

Candados

### Indicadores

Alarma sonora ekor.sas

Indicador capacitivo de presencia de tensión ekor.vpis

Indicador capacitivo de presencia / ausencia de tensión ekor.ivds

Indicador capacitivo de presencia/ausencia de tensión ekor.ivds-pd con salida de alta frecuencia (AF)

### Conducto de expansión de gases

Conducto posterior

Algunas configuraciones específicas pueden ser incompatibles entre sí.

# cgmcosmos-p

## Función de protección con fusible

Celda modular con protección con fusibles, equipada con un interruptor-seccionador de tres posiciones: cerrado, abierto o puesto a tierra y protección con fusibles limitadores.



Características eléctricas		IEC		ANSI/IEEE	
<b>Tensión asignada</b>	Ur [kV]	12*	24	15.5	27
<b>Frecuencia asignada</b>	fr [Hz]	50/60		50/60	
<b>Corriente asignada</b>					
Interconexión general de embarrado y celdas	Ir [A]	400/630		600	
Bajante de transformador	Ir [A]	200		200	
<b>Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 min)</b>					
Entre fases y tierra	Ud [kV]	28	50	35	60
A través de la distancia de seccionamiento	Ud [kV]	32	60	38,5	66
<b>Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo</b>					
Entre fases y tierra	Up [kV]	75	125	95	125
A través de la distancia de seccionamiento	Up [kV]	85	145	104,5	137,5
<b>Clasificación arco interno</b>	IAC	AFL 16 kA 0,5 s/16 kA 1 s/ 20** kA 1 s/25 kA 1 s AFL[R***] 20** kA 1 s		AFL 16 kA 0,5 s/16 kA 1 s/ 20** kA 1 s/25 kA 1 s	
<b>Tensión de corriente continua soportada</b>	[kV]	n/a		53	78
<b>Interruptor-seccionador</b>		IEC 62271-103 + IEC 62271-102		IEEE C37.74	
<b>Corriente admisible asignada de corta duración (circuito principal)</b>					
Valor $t_k = (x) s$	$I_k$ [kA]	16/20** (1/3 s)/25 (1 s)		20** (1/3 s)/25 (1 s)	
Valor de pico	$I_p$ [kA]	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65	50 Hz: 52**/62,5 60 Hz: 52**/65	
<b>Poder de corte de corriente principalmente activa</b>	$I_1$ [A]	200		200	
<b>Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)</b>	$I_{ma}$ [kA]	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65	50 Hz: 52**/62,5 60 Hz: 52**/65	
<b>Categoría del interruptor</b>					
Endurancia mecánica		1000-M1/2000/5000-M2		1000/5000	
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase		5-E3		3	
<b>Interruptor-relé combinado (ekor.rpt) corriente de intersección</b>					
$I_{max}$ de corte según TDito IEC 62271-105	[A]	1700	1300	n/a	n/a
Corriente de transferencia combinado interruptor-fusible					
$I_{max}$ de corte según TDltransfer IEC 62271-105	[A]	2300	1600	n/a	n/a
<b>Seccionador de puesta a tierra</b>		IEC 62271-102		IEEE C37.74	
<b>Corriente admisible asignada de corta duración (circuito de tierra)</b>					
Valor $t_k = (x) s$	$I_k$ [kA]	1 (1/3 s)/3 (1 s)		1 (1/3 s)/3 (1 s)	
Valor de pico	$I_p$ [kA]	50 Hz: 2,5/7,5 60 Hz: 2,6/7,8		50 Hz: 2,5/7,5 60 Hz: 2,6/7,8	
<b>Poder de cierre del seccionador de puesta a tierra (valor de pico)</b>	$I_{ma}$ [kA]	50 Hz: 2,5/7,5 60 Hz: 2,6/7,8		50 Hz: 2,5/7,5 60 Hz: 2,6/7,8	
<b>Categoría del seccionador de puesta a tierra:</b>					
Endurancia mecánica (manual)		1000-M0		1000	
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase		5-E2		3	

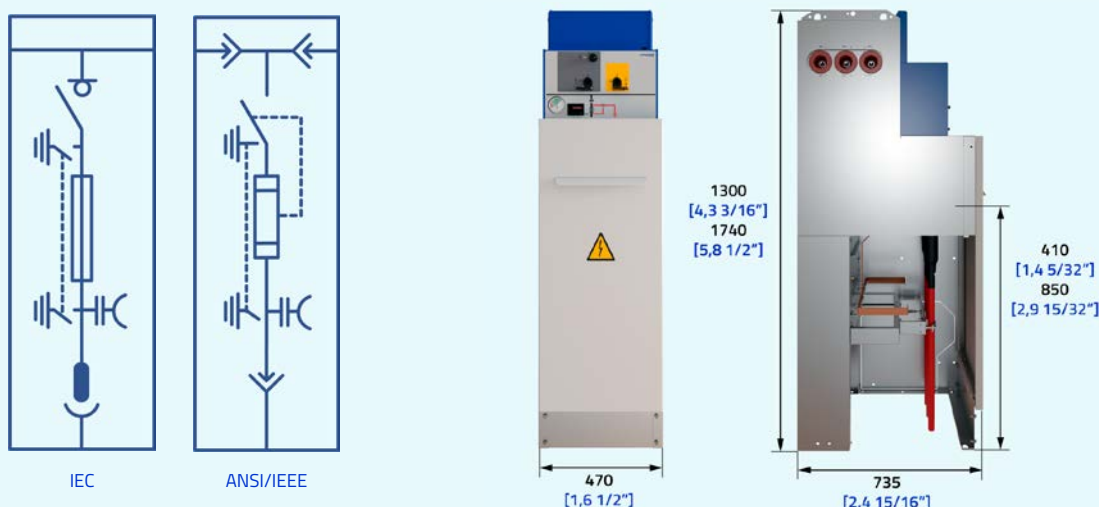
\* También disponible con  $U_r = 7,2$  kV bajo demanda

\*\* Ensayos realizados a 21 kA/52,5 kA y 25 kA/65 kA

\*\*\* Con escape de gas hacia arriba por un conducto para celdas de 1740 mm de altura y hacia foso para celdas de 1300 mm de altura

## Dimensiones

140/150 kg  
309/331 Lb



## Configuración

Estándar  Opcional

### Clasificación IAC

Arco interno IAC AFLR

- 20 kA 1 s

Arco interno IAC AF/AFL

- 16 kA 1 s
- 20 kA 1 s
- 25 kA 1 s

Arco interno: cuba

- 16 kA 0,5 s
- 20 kA 0,5 s
- 16 kA 0.5 s
- 20 kA 0.5 s
- 16 kA 1 s
- 20 kA 1 s
- 25 kA 1 s

### Altura de celda:

- 1740 mm
- 1300 mm

### Cuba de gas

Indicador de presión del gas:

- Manómetro sin contactos
- Manómetro con contactos y compensación de temperatura

Conexión frontal:

- Pasatapas de cable

**Extensibilidad:**

- A ambos lados
- A la izquierda / derecha ciega
- A la derecha / izquierda ciega

**Tipo de conexión lateral:**

- Tulipa
- Derecha
  - Izquierda
  - Ambas
- Pasatapas
- Derecha
  - Izquierda
  - Ambas

### Compartimento de fusibles

Disparo del fusible:

- Mediante fusibles combinados
- Mediante fusibles asociados

Portafusibles:

- 24 kV
- 12 kV

### Mecanismos de maniobra

- Palancas de accionamiento
- Mecanismo manual tipo BR
- Mecanismo manual tipo AR
- Mecanismo motorizado tipo ARM
- Bobina de disparo

**Enclavamientos adicionales:**

- Enclavamientos eléctricos
- Enclavamientos con cerradura
- Candados

### Indicadores

- Alarma sonora ekor.sas
- Indicador capacitivo de presencia de tensión ekor.vpis
- Indicador capacitivo de presencia/ ausencia de tensión ekor.ivds
- Indicador capacitivo de presencia/ausencia de tensión ekor.ivds-pd con salida de alta frecuencia (AF)

### Conducto de expansión de gases

- Conducto posterior

Algunas configuraciones específicas pueden ser incompatibles entre sí.

# cgmcosmos-v

## Protección de interruptor automático

Celda modular de protección mediante interruptor automático, equipado con un interruptor automático de corte en vacío en serie con un interruptor-seccionador de tres posiciones.

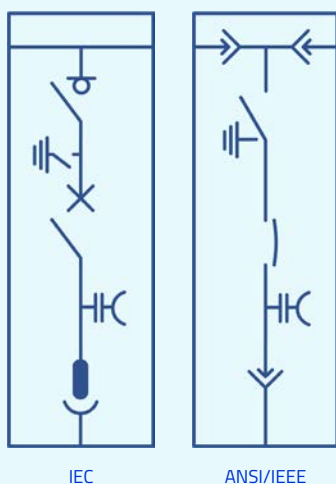


Características eléctricas		IEC		ANSI/IEEE	
<b>Tensión asignada</b>	Ur [kV]	12	24	15.5	27
<b>Frecuencia asignada</b>	fr [Hz]	50/60		50/60	
<b>Corriente asignada</b>					
Interconexión general de embarrado y celdas	Ir [A]	400/630		600	
Línea	Ir [A]	400/630		600	
<b>Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 min)</b>					
Entre fases y tierra	Ud [kV]	28	50	35	60
A través de la distancia de seccionamiento	Ud [kV]	38	60	38,5	66
<b>Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo</b>					
Entre fases y tierra	Up [kV]	75	125	95	125
A través de la distancia de seccionamiento	Up [kV]	85	145	104,5	137,5
<b>Clasificación arco interno</b>	IAC	AFL 16 kA 1 s/20* kA 1 s/25 kA 1 s AFL[R**] 20 kA 1 s		AFL 16 kA 1 s/20* kA 1 s/25 kA 1 s AFL[R**] 20 kA 1 s	
<b>Tensión de corriente continua soportada</b>	[kV]	48		53	
<b>Interruptor automático</b>		IEC 62271-100		IEEC37.20.3	
<b>Corriente admisible asignada de corta duración (circuito principal)</b>					
Valor tk = (x) s	Ik [kA]	16/20* (1/3 s)/25 (1 s)		20* (1/3 s)/25 (1 s)	
Valor de pico	Ip [kA]	50 Hz: 40/52*/62,5 60 Hz: 41,6/52*/65		50 Hz: 52,5*/62,5 60 Hz: 54,6*/65	
<b>Poder asignado de corte y de cierre</b>					
Poder de corte asignado corriente principalmente activa	I1 [A]	400/630		600	
Poder de corte en cortocircuito	Isc [kA]	16/20*/25		20/25	
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)	I <sub>ma</sub> [kA]	50 Hz: 40/52*/62,5 60 Hz: 41,6/52*/65		50 Hz: 52,5*/62,5 60 Hz: 54,6*/65	
<b>Poder de corriente capacitiva (50 Hz). Carga de cable</b>	[A]	31.5		31.5	
<b>Secuencia de maniobras nominales</b>					
Sin reenganche automático rápido		CO-15 s-CO 0-3 min-CO-3 min-CO 0-0.3 s-CO-15 s-CO		CO-15 s-CO 0-3 min-CO-3 min-CO 0-0.3 s-CO-15 s-CO	
Con reenganche automático rápido		0-0.3 s-CO-3 min-CO		0-0.3 s-CO-3 min-CO	
<b>Categoría del interruptor automático</b>					
Endurancia mecánica (clase de maniobra)		10000-M2 / 2000-M1		10000-M2 / 2000-M1	
Endurancia eléctrica (clase)		E2-C2		E2-C2	
<b>Interruptor-seccionador</b>		IEC 62271-103 + IEC 62271-102		IEEE C37.74	
<b>Corriente admisible asignada de corta duración (circuito principal)</b>					
Valor tk = (x) s	Ik [kA]	16/20* (1/3 s)/25 (1 s)		20* (1/3 s)/25 (1 s)	
Valor de pico	Ip [kA]	50 Hz: 40/52*/62,5 60 Hz: 41,6/52*/65		50 Hz: 52,5*/62,5 60 Hz: 54,6*/65	
<b>Poder de corte asignado corriente principalmente activa</b>	I1 [A]	400/630		600	
<b>Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)</b>	I <sub>ma</sub> [kA]	50 Hz: 40/52*/62,5 60 Hz: 41,6/52*/65		50 Hz: 52,5*/62,5 60 Hz: 54,6*/65	
<b>Categoría del interruptor seccionador</b>					
Endurancia mecánica		1000-M1 / 5000-M2		1000 / 5000	
<b>Seccionador de puesta a tierra</b>		IEC 62271-102		IEEE C37.74	
<b>Corriente admisible asignada de corta duración (circuito de tierra)</b>					
Valor tk = (x) s	Ik [kA]	16/20* (1/3 s)/25 (1 s)		20* (1/3 s)/25 (1 s)	
Valor de pico	Ip [kA]	50 Hz: 40/52*/62,5 60 Hz: 41,6/52*/65		50 Hz: 52,5*/62,5 60 Hz: 54,6*/65	
<b>Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)</b>	I <sub>ma</sub> [kA]	50 Hz: 40/50*/62,5 60 Hz: 41,6/52*/65		50 Hz: 52*/62,5 60 Hz: 41,6/52*/65	
<b>Categoría del seccionador de puesta a tierra:</b>					
Endurancia mecánica		2000-M1		2000	
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase		5-E2		3	

\* Ensayos realizados a 21 kA/52,5 kA \*\* Con escape de gas hacia arriba a través de un conducto \*\*\* Para conmutación de carga de cable y baterías de condensadores

## Dimensiones

240 kg  
529 Lb



IEC

ANSI/IEEE



1740  
[5,8 1/2"]



695  
[2,3 3/8"]

## Configuración

Estándar  Opcional

### Clasificación IAC

Arco interno IAC AFLR

20 kA 1 s

Arco interno IAC AF/AFL

16 kA 1 s    20 kA 1 s    25 kA 1 s

Arco interno: cuba

16 kA 1 s    20 kA 1 s    25 kA 1 s

### Altura de celda

1740 mm

### Cuba de gas

Indicador de presión del gas:

- Manómetro sin contactos
- Manómetro con contactos y compensación de temperatura

Conexión frontal:

- Pasatapas de cable

Extensibilidad:

- A ambos lados
- A la izquierda / derecha ciega
- A la derecha / izquierda ciega

Tipo de conexión lateral:

Tulipa

- Derecha
- Izquierda
- Ambas

Pasatapas

- Derecha
- Izquierda
- Ambas

### Mecanismos de maniobra

- Palancas de accionamiento
- Mecanismo de interruptor tipo B
- Mecanismo motorizado tipo BM
- Mecanismo manual tipo AV
- Mecanismo manual tipo RAV con reenganche
- Mecanismo motorizado tipo AVM
- Mecanismo motorizado tipo RAVM con reenganche
- Bobina de disparo
- Bobina biestable
- 2.ª bobina de disparo
- Bobina de cierre

Enclavamientos adicionales:

- Enclavamientos eléctricos
- Enclavamientos con cerradura
- Candados

### Indicadores

- Alarma sonora ekor.sas
- Indicador capacitivo de presencia de tensión ekor.vpis
- Indicador capacitivo de presencia / ausencia de tensión ekor.ivds
- Indicador capacitivo de presencia/ausencia de tensión ekor.ivds-pd con salida de alta frecuencia (AF)

### Conducto de expansión de gases

- Conducto posterior

Algunas configuraciones específicas pueden ser incompatibles entre sí.

# cgmcosmos-rb

## Función de remonte de barras

Celda modular con aislamiento en gas y remonte de barras.  
Seccionador de puesta a tierra opcional (rb-pt).



Características eléctricas		IEC		ANSI/IEEE	
<b>Tensión asignada</b>	Ur [kV]	12*	24	15.5	27
<b>Frecuencia asignada</b>	fr [Hz]	50/60		50/60	
<b>Corriente asignada</b>					
Interconexión general de embarrado y celdas	Ir [A]	400/630		600	
Línea	Ir [A]	400/630		600	
<b>Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 min)</b>					
Entre fases y tierra	Ud [kV]	28	50	35	60
<b>Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo</b>					
Entre fases y tierra	Up [kV]	75	125	95	125
<b>Clasificación arco interno</b>	IAC	AFL 16 kA 1 s/20** kA 1 s/25 kA 1 s AFL[R***] 16 kA 1 s/20 kA 1 s		AFL 16 kA 1 s/20** kA 1 s/25 kA 1 s	
<b>Seccionador de puesta a tierra [opcional]</b>		IEC 62271-102		IEEE C37.74	
<b>Corriente soportada nominal de corta duración</b>					
Valor tk = 1 s	Ik [kA]	16/20**/25	16/20**/25	20**/25	
Valor de pico	Ip [kA]	40/52**/62,5	40/52**/62,5	52**/62,5	
<b>Poder de cierre del seccionador de puesta a tierra (valor de pico)</b>	Ima [kA]	40/52**/62,5	40/52**/62,5	52**/62,5	
<b>Categoría del seccionador de puesta a tierra</b>					
Endurancia mecánica		1000-M0		1000	
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase		5-E2		3	

\* También disponible con Ur = 7,2 kV bajo demanda

\*\* Ensayos realizados a 21 kA/52,5 kA y 25 kA/65 kA

\*\*\* Con escape de gas hacia arriba por un conducto para celdas de 1740 mm de altura y hacia foso para celdas de 1300 mm de altura

## Dimensiones



## Configuración

 Estándar  Opcional
**Clasificación IAC**

Arco interno IAC AFLR

 20 kA 1 s

Arco interno IAC AF/AFL

 16 kA 1 s  20 kA 1 s 25 kA 1 s

Arco interno: cuba

 16 kA 0,5 s  20 kA 0,5 s 16 kA 1 s  20 kA 1 s 25 kA 1 s**Altura de celda** 1740 mm 1300 mm**Cuba de gas****Indicador de presión del gas:** Manómetro sin contactos Manómetro con contactos y compensación de temperatura**Conexión frontal:** Pasatapas de cable**Extensibilidad:** A ambos lados: rba A la derecha / izquierda ciega: rba**Tipo de conexión lateral:**

Tulipa

 Derecha  Izquierda  Ambas

Pasatapas

 Derecha  Izquierda  Ambas**Puesta a tierra:** Con seccionador de puesta a tierra**Mecanismos de maniobra** Mecanismo manual tipo B Mecanismo motorizado tipo BM**Enclavamientos adicionales:** Enclavamientos eléctricos Enclavamientos con cerradura Candados**Indicadores** Alarma sonora ekor.sas Indicador capacitivo de presencia de tensión ekor.vpis (con puesta a tierra) Indicador capacitivo de presencia / ausencia de tensión ekor.ivds (con puesta a tierra) Otros indicadores capacitivos de tensión**Conducto de expansión de gases** Conducto posterior

Algunas configuraciones específicas pueden ser incompatibles entre sí.

# cgmcosmos-m

## Función de medida

Celda modular de medida con aislamiento en aire.



## Aplicaciones

Características eléctricas			IEC	
Tensión asignada	Ur [kV]		12*	24
Tensión asignada	Ur [kV]		12*	24
Frecuencia asignada	fr [Hz]		50/60	50/60
<b>Corriente asignada</b>				
Interconexión general de embarrado y celdas	Ir [A]		400/630	400/630
<b>Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 min)</b>				
Entre fases y tierra	Ud [kV]		28	50
<b>Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo</b>				
Entre fases y tierra	Up [kV]		75	125
<b>Clasificación arco interno</b>	IAC		AFL 20** kA 0,5 s/20** kA 1 s	
<b>Corriente admisible asignada de corta duración Valor <math>t_k = (x)</math> s</b>	Ir [kA]		16/20** (1/3 s) / 25 (3 s)	

\* También disponible con  $U_r = 7,2$  kV bajo demanda \*\* Ensayos realizados a 21 kA/52,5 kA

## Configuración

Estándar  Opcional

### Clasificación IAC

- IAC AFL 20 kA 0,5 s
- IAC AFL 20 kA 1 s

### Conexiones de barras

- Conexión superior rígida no apantallada
- Conexión inferior rígida no apantallada

### Transformadores de medida

- Transformadores de corriente instalados (3 TI)
- Transformadores de tensión instalados (3 TT)
- Sin transformadores

### Indicadores

- Indicador capacitivo de tensión ekor.vips
- Indicador capacitivo de tensión ekor.ivds

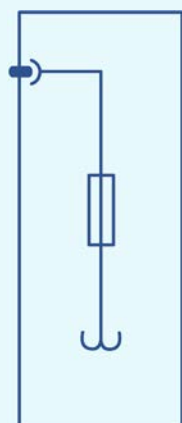
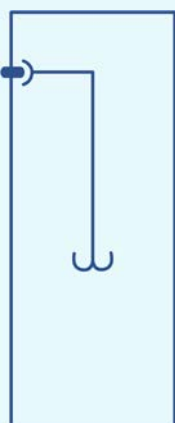
### Elementos opcionales

- Resistencia de caldeo
- Malla de protección
- Cerraduras / enclavamientos

Algunas configuraciones específicas pueden ser incompatibles entre sí.

## Dimensiones

165\* kg  
363\* Lb  
(\* ) Envolverte vacía



IEC

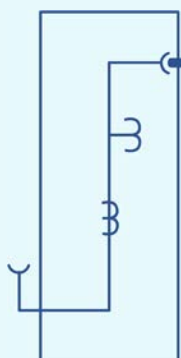


1740  
[5,8 1/2"]

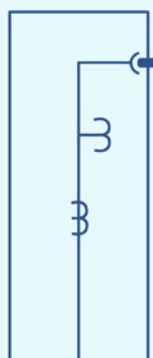


## Opciones

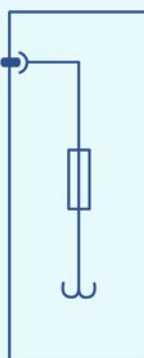
cgmcosmos-rb-pt



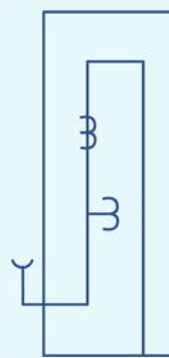
Tipo\* 03/07



Tipo 22



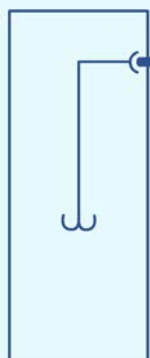
Tipo 14



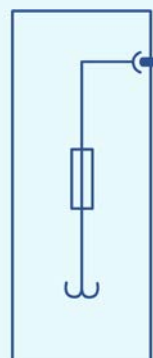
Tipo\*  
05-12/09-18



Tipo 11



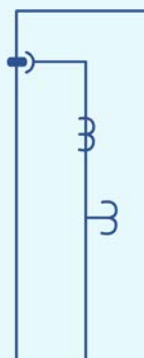
Tipo 17



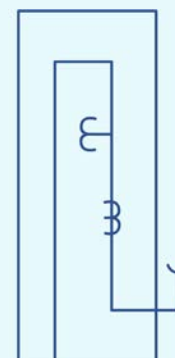
Tipo 15



Tipo\* 04/08

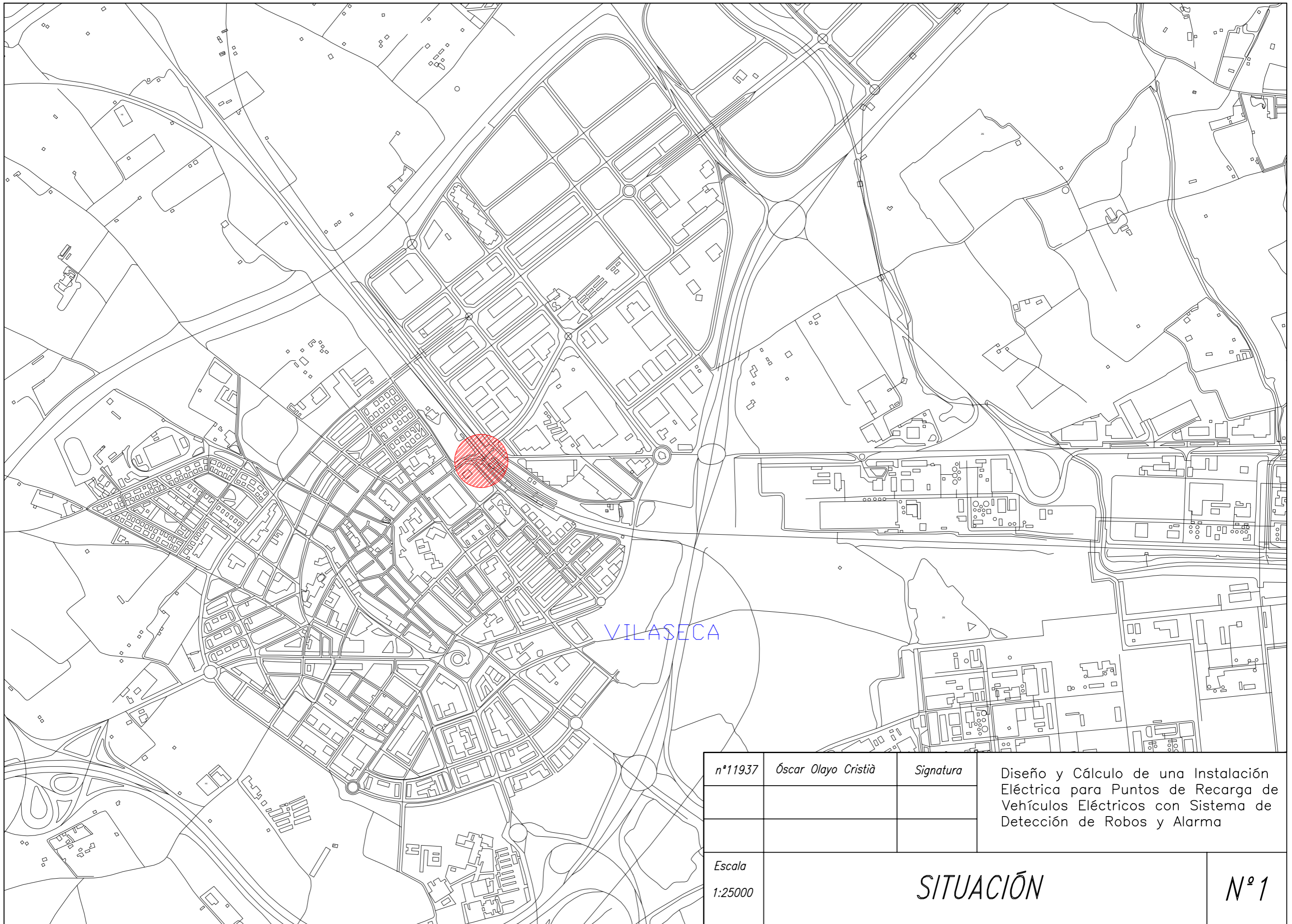


Tipo 21

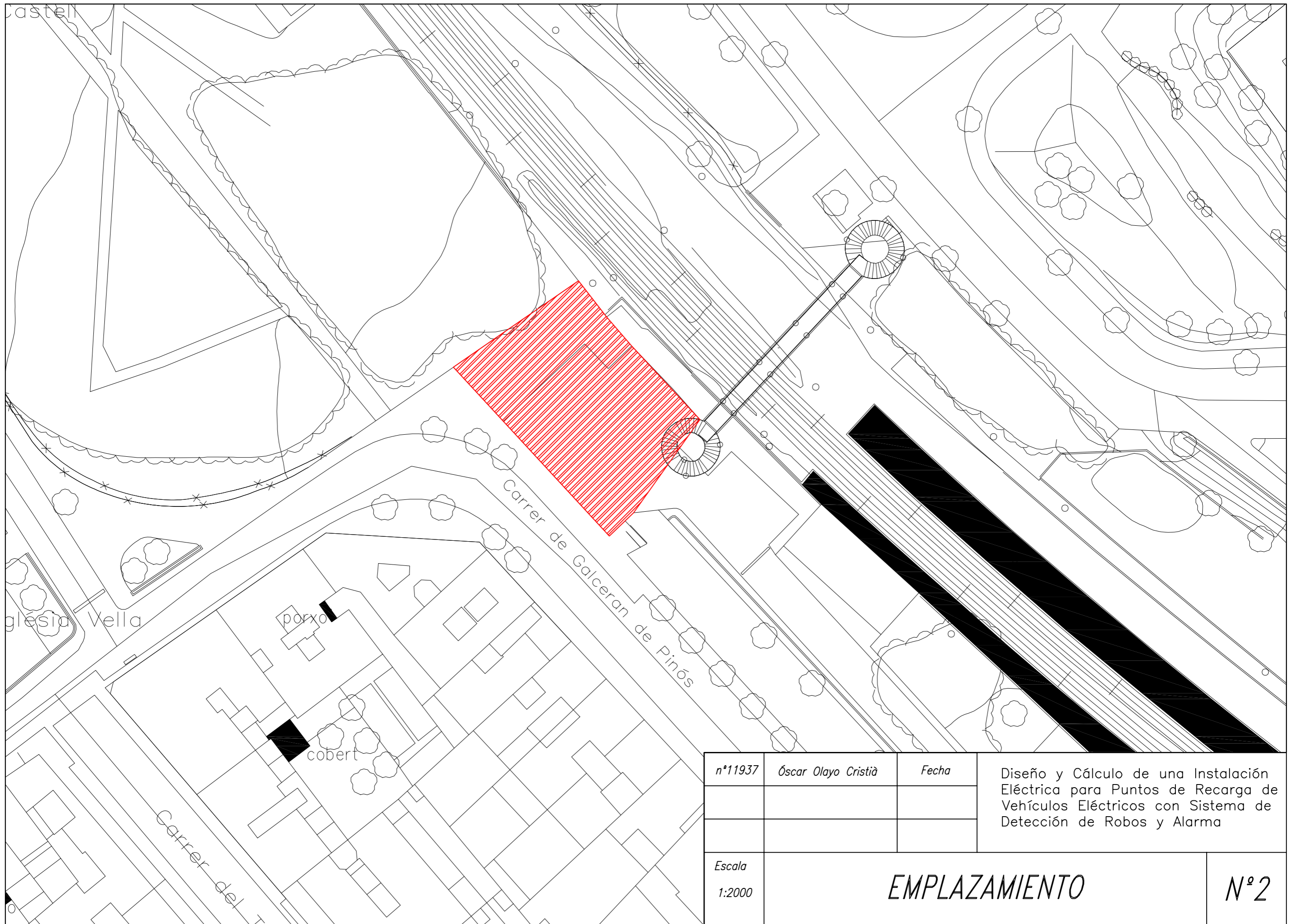


Tipo\*  
06-13/10-19

\* Salvo para conexión con cgmcosmos-l



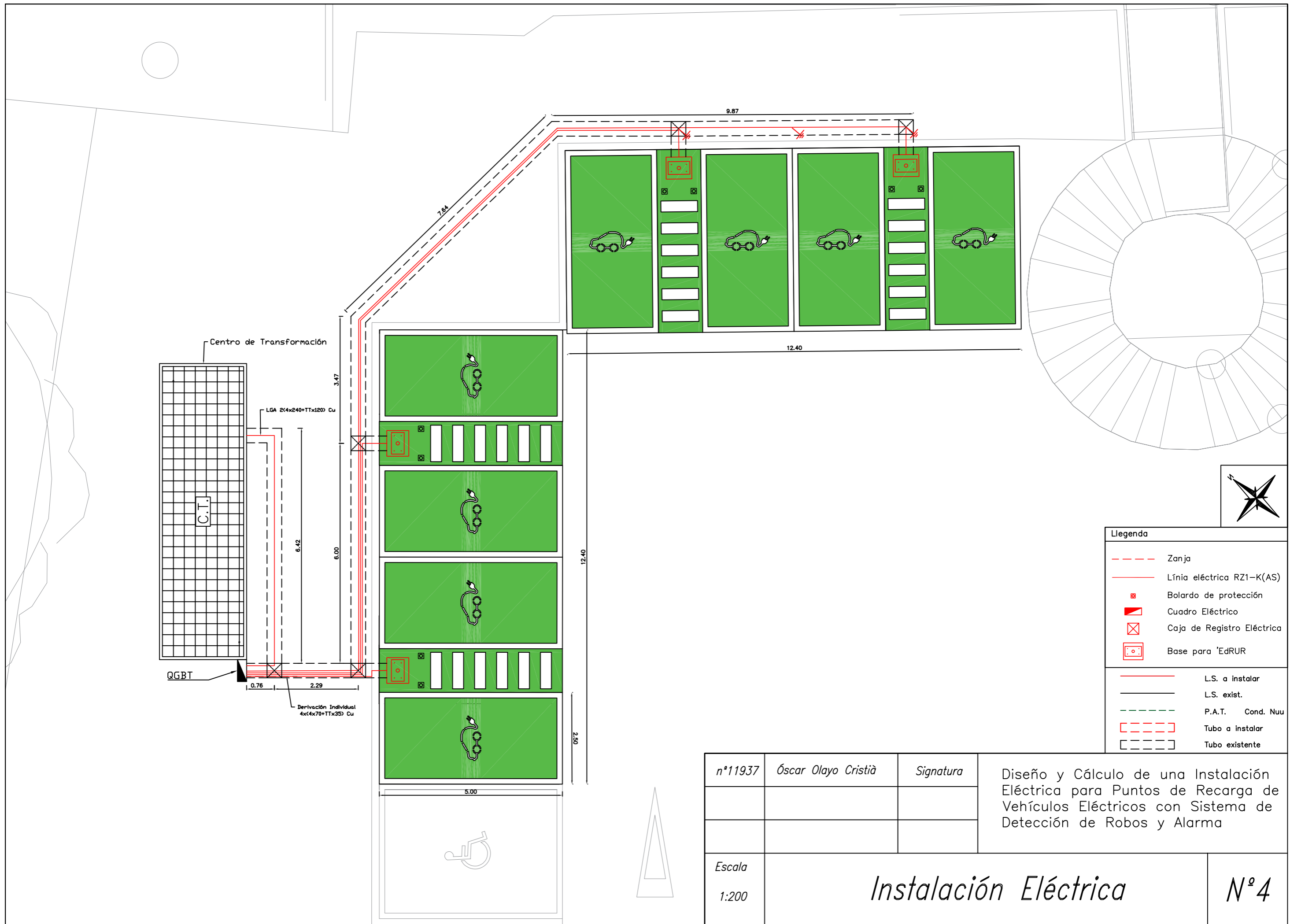
n°11937	Óscar Olayo Cristià	Signatura	Diseño y Cálculo de una Instalación Eléctrica para Puntos de Recarga de Vehículos Eléctricos con Sistema de Detección de Robos y Alarma
Escala 1:25000	SITUACIÓN		Nº 1



n°11937	Óscar Olayo Cristià	Fecha	Diseño y Cálculo de una Instalación Eléctrica para Puntos de Recarga de Vehículos Eléctricos con Sistema de Detección de Robos y Alarma
Escala 1:2000	<b>EMPLAZAMIENTO</b>		<b>Nº2</b>



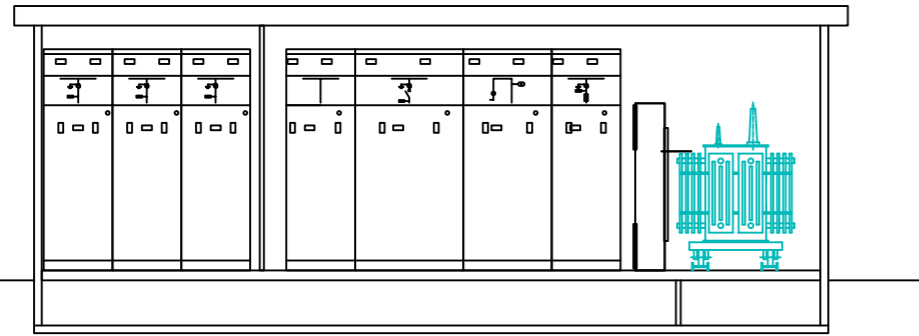
n°11937	Óscar Olayo Cristià	Signatura	Diseño y Cálculo de una Instalación Eléctrica para Puntos de Recarga de Vehículos Eléctricos con Sistema de Detección de Robos y Alarma
Escala 1:200	Obra Civil		Nº 3



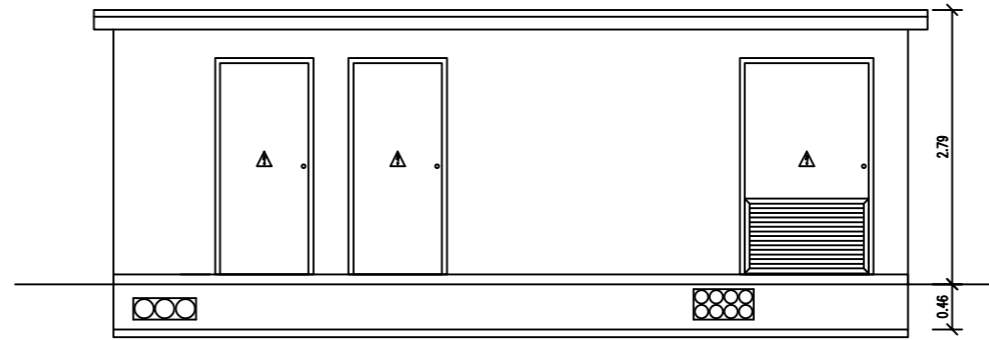
Legenda	
	Zanja
	Línea eléctrica RZ1-K(AS)
	Bolardo de protección
	Cuadro Eléctrico
	Caja de Registro Eléctrica
	Base para 'EdRUR
	L.S. a instalar
	L.S. exist.
	P.A.T. Cond. Nuú
	Tubo a instalar
	Tubo existente

n°11937	Óscar Olayo Cristià	Signatura	Diseño y Cálculo de una Instalación Eléctrica para Puntos de Recarga de Vehículos Eléctricos con Sistema de Detección de Robos y Alarma
Escala	1:200		<p style="text-align: center;"><i>Instalación Eléctrica</i></p> <p style="text-align: right; font-size: 2em;"><b>N°4</b></p>

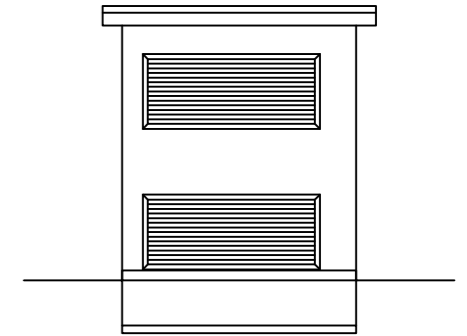
# Centro Prefabricado



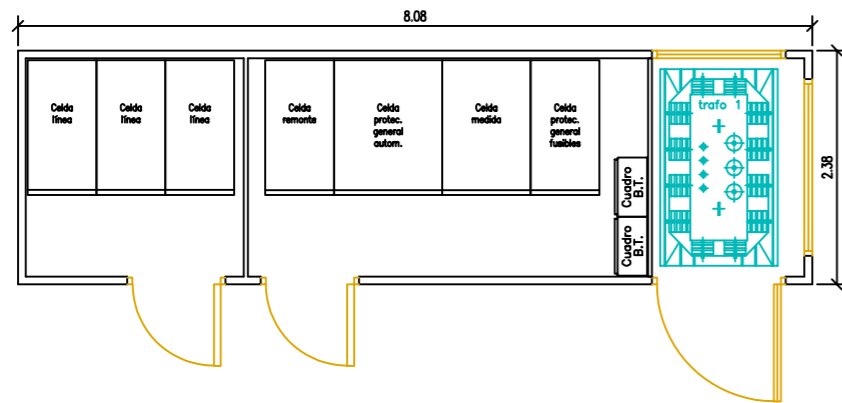
SECCIÓN TRANSVERSAL



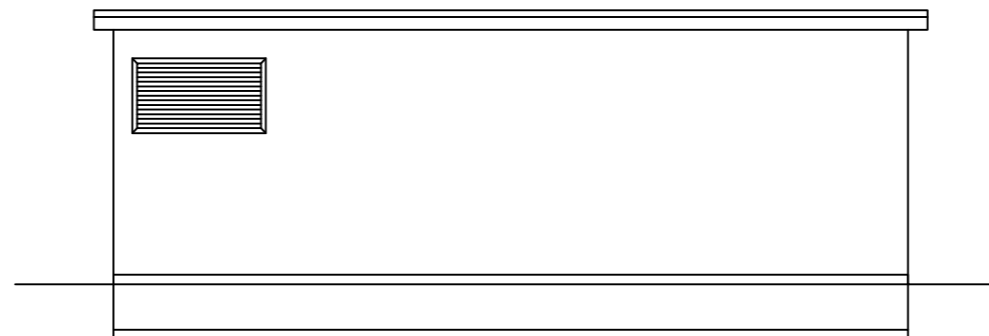
ALZADO FRONTAL



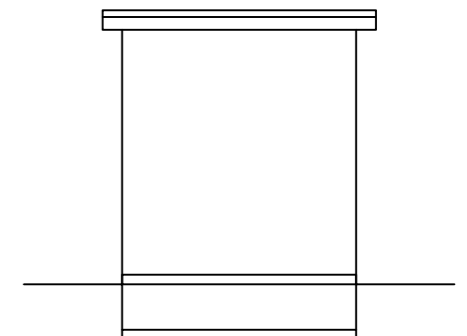
ALZADO LATERAL DERECHO



PLANTA



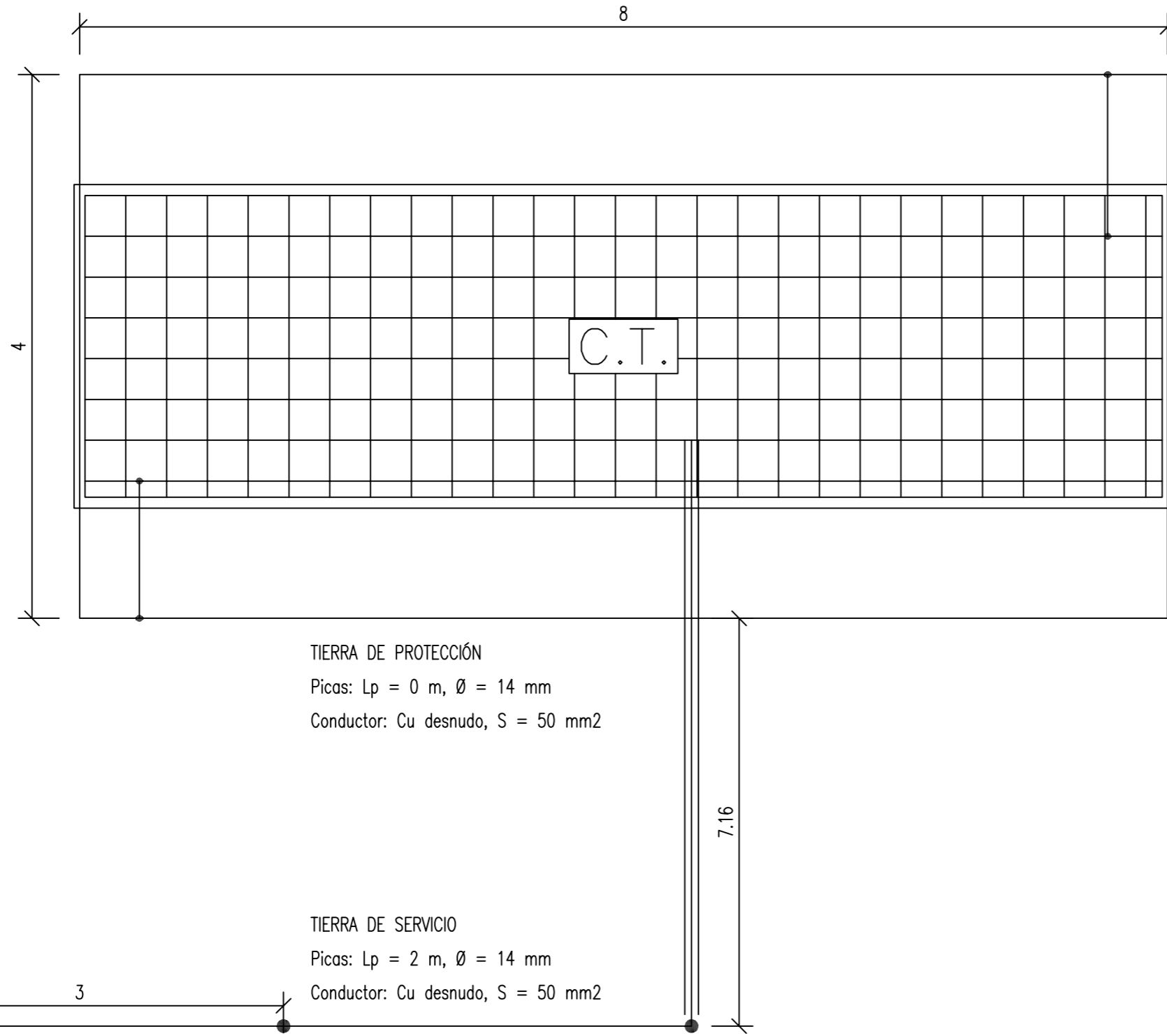
ALZADO POSTERIOR



ALZADO LATERAL IZQUIERDO

n*11937	Óscar Olayo Cristià	Signatura	Diseño y Cálculo de una Instalación Eléctrica para Puntos de Recarga de Vehículos Eléctricos con Sistema de Detección de Robos y Alarma
VISTAS CT			Nº5

# PUESTA A TIERRA



**TIERRA DE PROTECCIÓN**  
 Configuración: 80-40/5/00  
 Profundidad electrodo: 0.5 m  
 Sección conductor: 50 mm<sup>2</sup>  
 Diámetro picas: 14 mm  
 Número de picas: 0  
 Longitud picas: 0

NOTA: En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro. Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo. Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

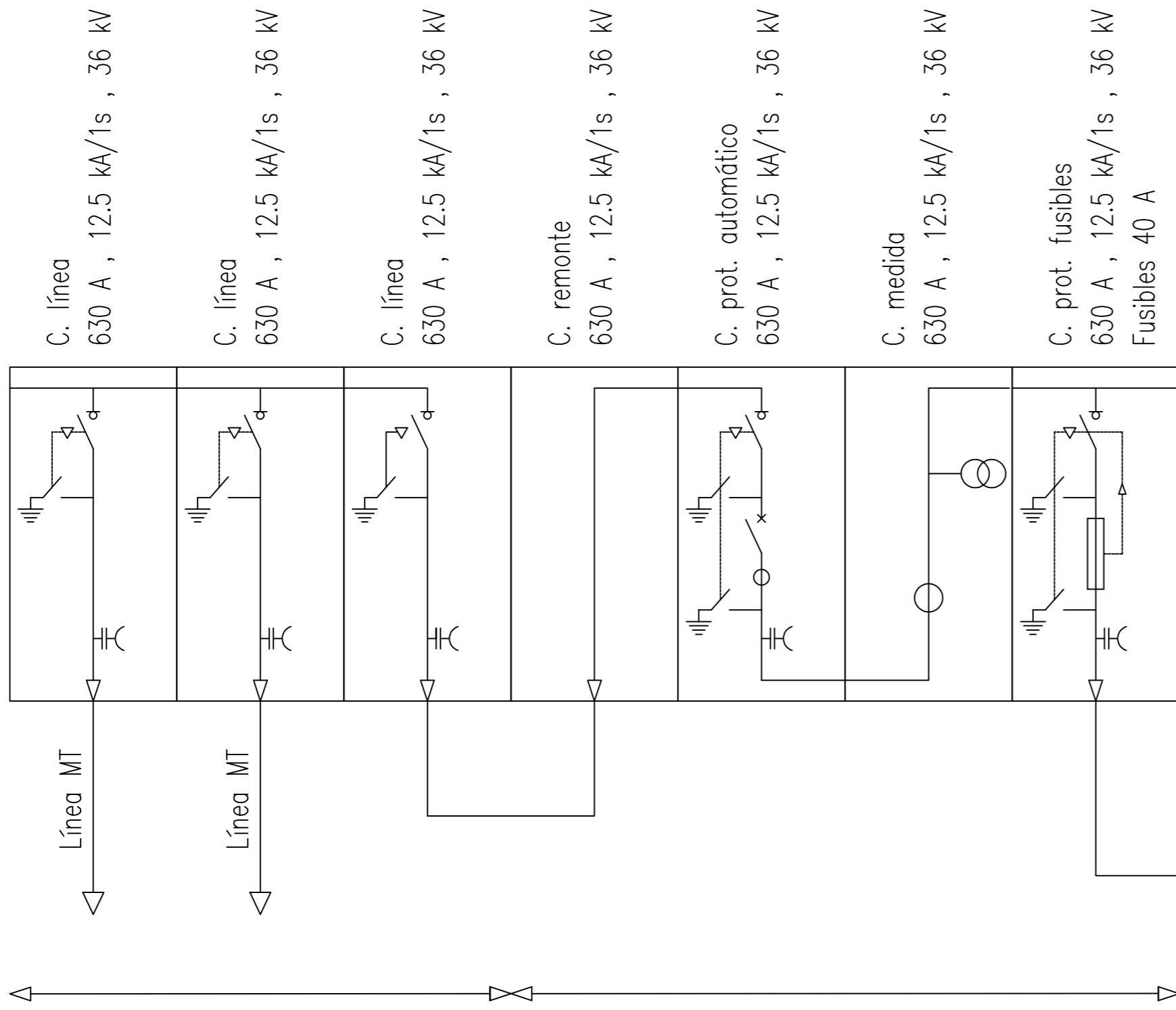
**TIERRA DE SERVICIO**  
 Configuración: 5/32.  
 Profundidad electrodo: 0.5 m  
 Separación picas: 3 m  
 3 picas en hilera unidas por conductor horizontal  
 Sección conductor: 50 mm<sup>2</sup>  
 Diámetro picas: 14 mm  
 Longitud picas: 2

NOTA: El conductor de conexión entre el neutro del transformador y el electrodo de la tierra de servicio será de cable aislado 0,6/1KV de 50 mm<sup>2</sup> en Cu, bajo tubo de PVC con grado al impacto 7 (mínimo)

TIERRA DE PROTECCIÓN  
 Picas: Lp = 0 m, Ø = 14 mm  
 Conductor: Cu desnudo, S = 50 mm<sup>2</sup>

TIERRA DE SERVICIO  
 Picas: Lp = 2 m, Ø = 14 mm  
 Conductor: Cu desnudo, S = 50 mm<sup>2</sup>

n°11937	Óscar Olayo Cristià	Signatura	Diseño y Cálculo de una Instalación Eléctrica para Puntos de Recarga de Vehículos Eléctricos con Sistema de Detección de Robos y Alarma
Escala	<i>PUESTA A TIERRA CT</i>		<i>N°6</i>



C. línea  
630 A , 12.5 kA/1s , 36 kV

C. línea  
630 A , 12.5 kA/1s , 36 kV

C. línea  
630 A , 12.5 kA/1s , 36 kV

C. remonte  
630 A , 12.5 kA/1s , 36 kV

C. prot. automático  
630 A , 12.5 kA/1s , 36 kV

C. medida  
630 A , 12.5 kA/1s , 36 kV

C. prot. fusibles  
630 A , 12.5 kA/1s , 36 kV  
Fusibles 40 A



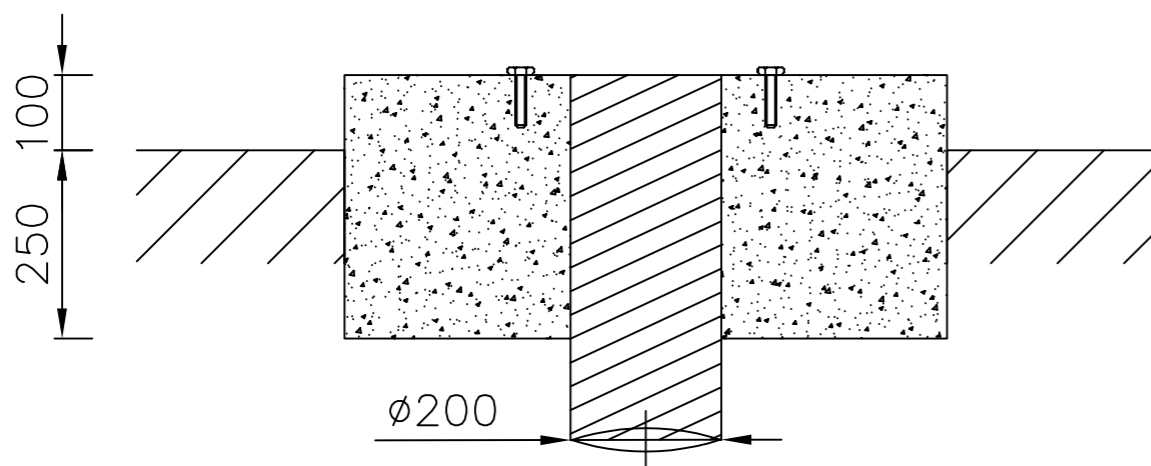
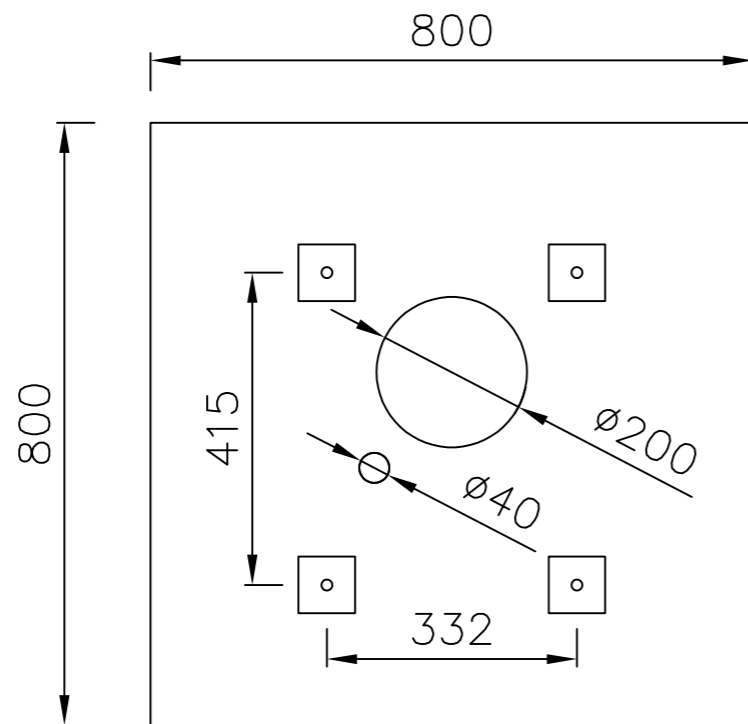
DIMENSIONES CELDAS			
Tipo celda	a(m)	b(m)	c(m)
Remonte	0.7	2.25	1.37
Prot. automático	1.1	2.25	1.37
Medida	0.9	2.25	1.37
Prot. fusibles	0.7	2.25	1.37
Línea	0.7	2.25	1.37
Línea	0.7	2.25	1.37
Línea	0.7	2.25	1.37

Parte Suministradora

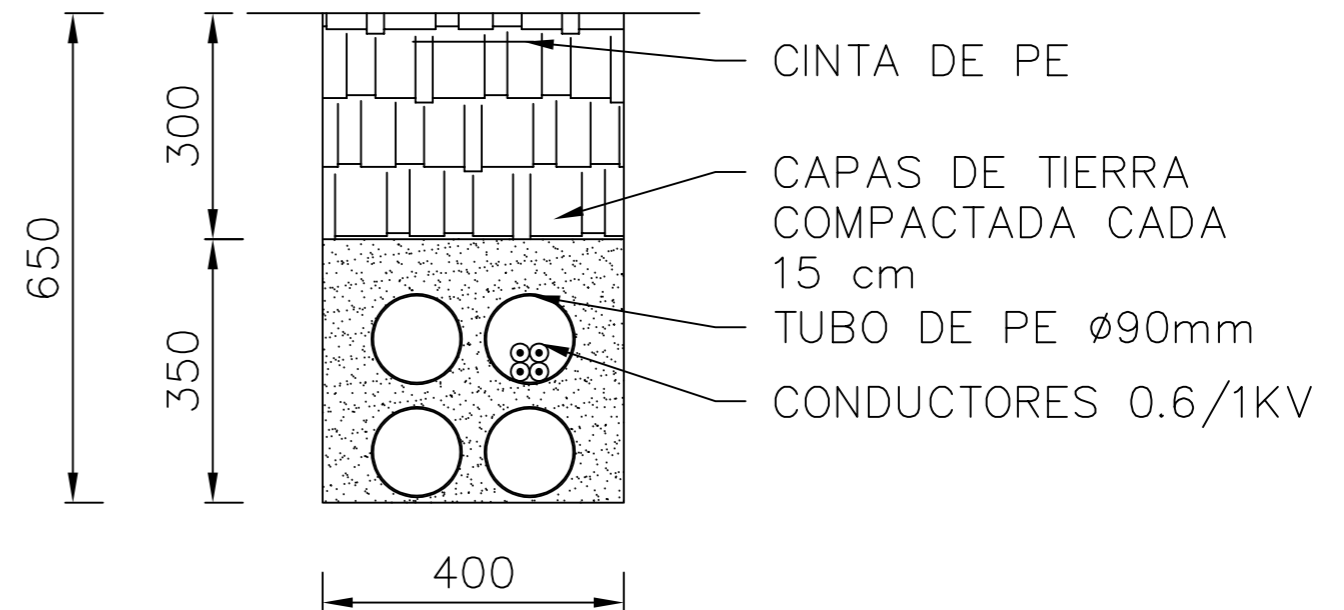
Parte Cliente

n°11937	Óscar Olayo Cristià	Signatura	Diseño y Cálculo de una Instalación Eléctrica para Puntos de Recarga de Vehículos Eléctricos con Sistema de Detección de Robos y Alarma
Escala	ESQUEMA UNIFILAR CT		N°7

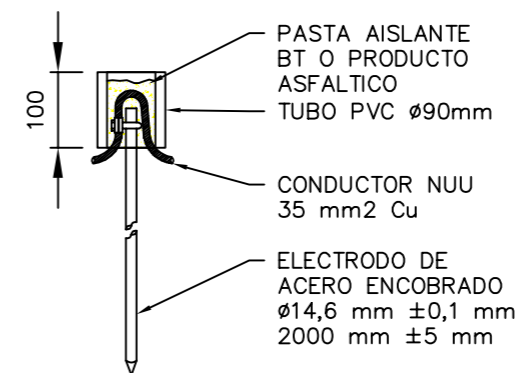
DETALLE E 1/20 (A3)  
BASE DEL EdRUR RAPID 120



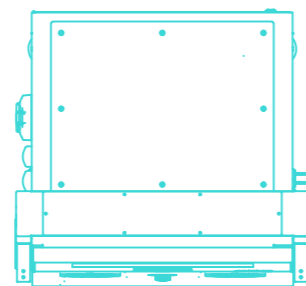
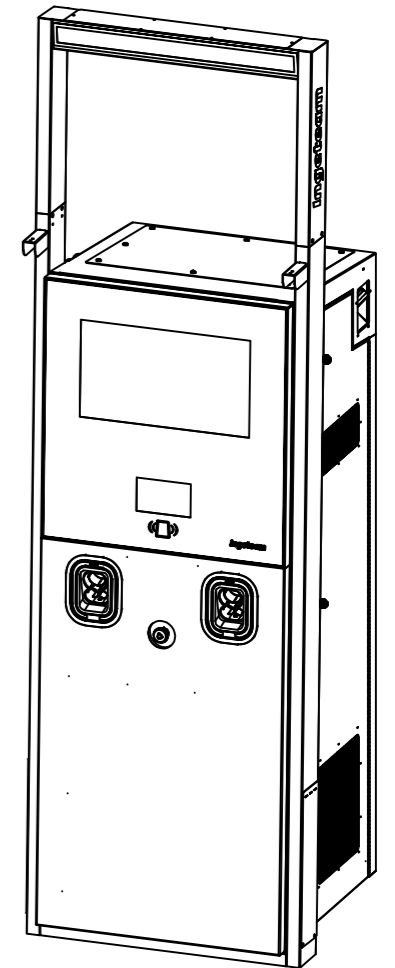
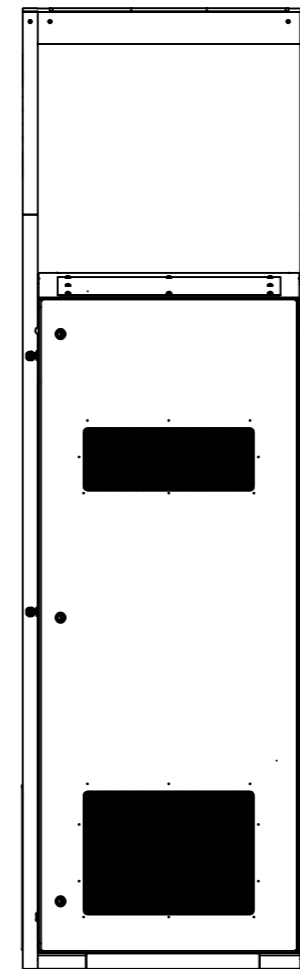
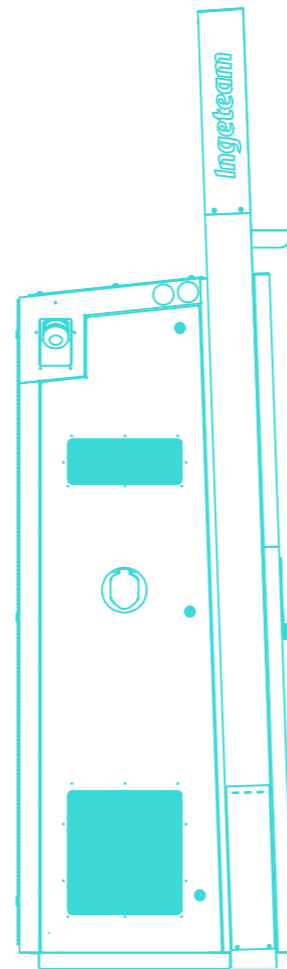
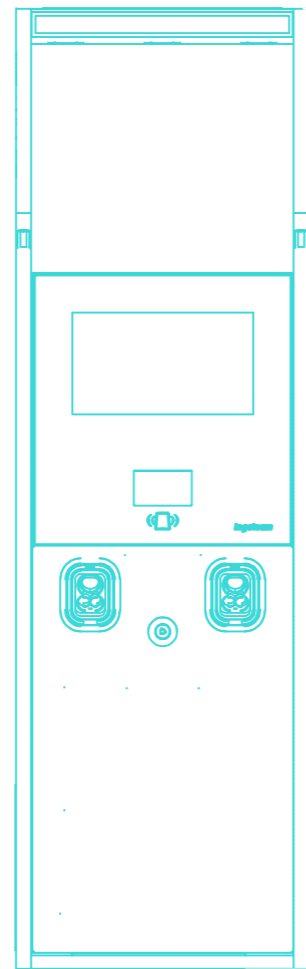
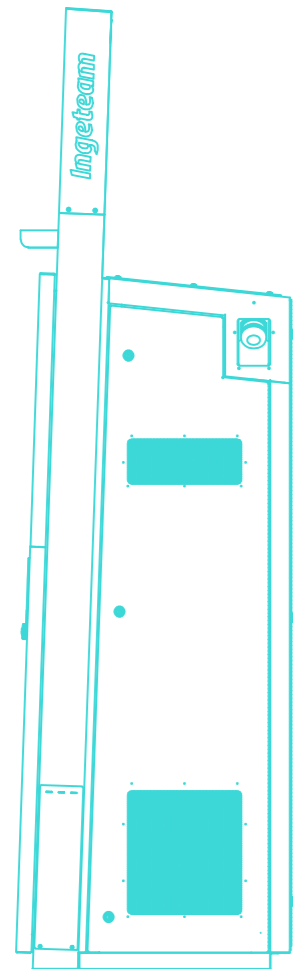
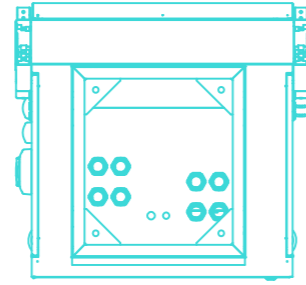
DETALLE E 1/20 (A3)  
ZANJA EN TIERRA  
4 CIRCUITOS



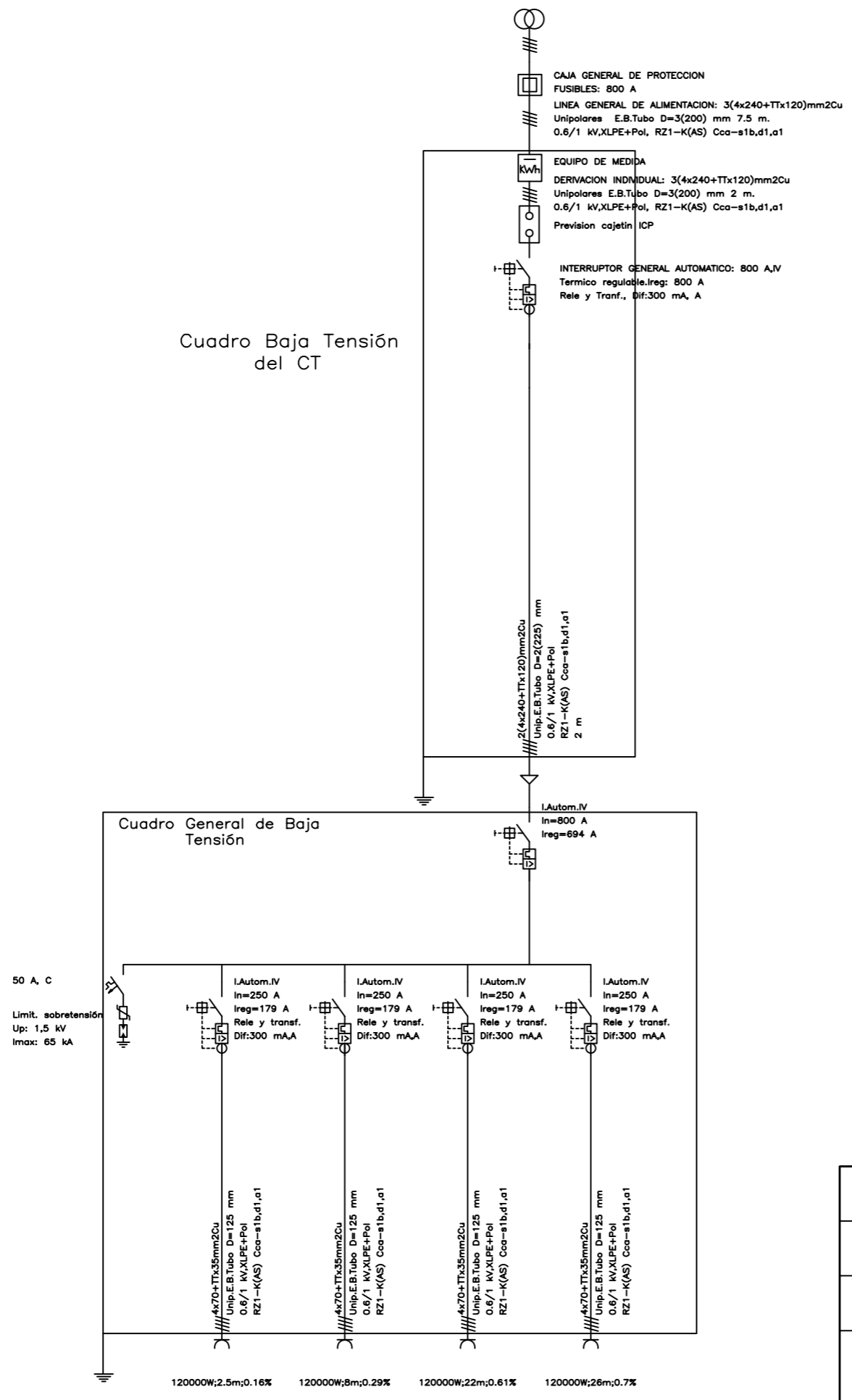
DETALLE E 1/10 (A3)  
PICA DE PUESTA A  
TERRA



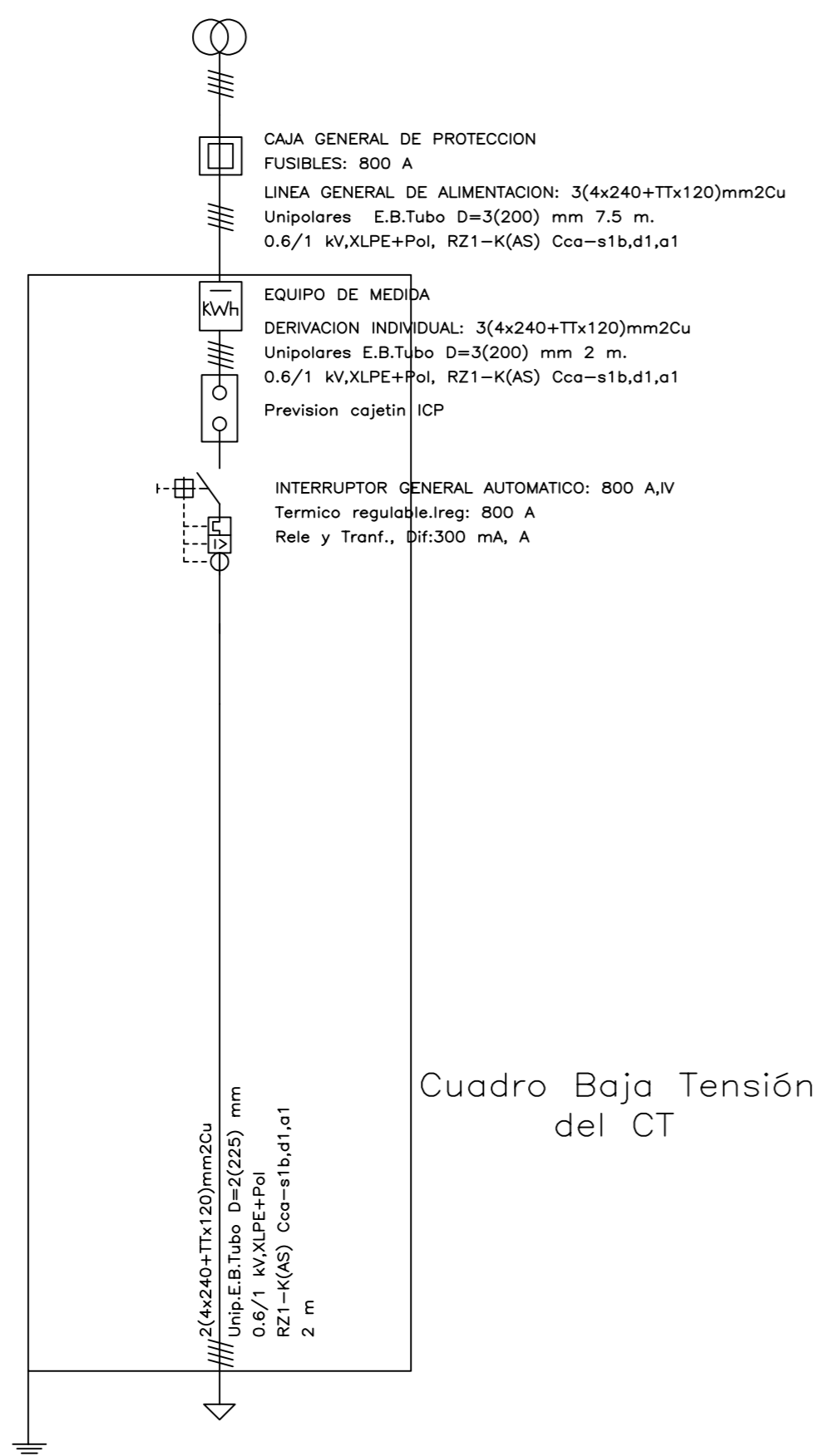
n*11937	Óscar Olayo Cristià	Signatura	Diseño y Cálculo de una Instalación Eléctrica para Puntos de Recarga de Vehículos Eléctricos con Sistema de Detección de Robos y Alarma
Escala	DETALLES OBRA CIVIL		Nº8



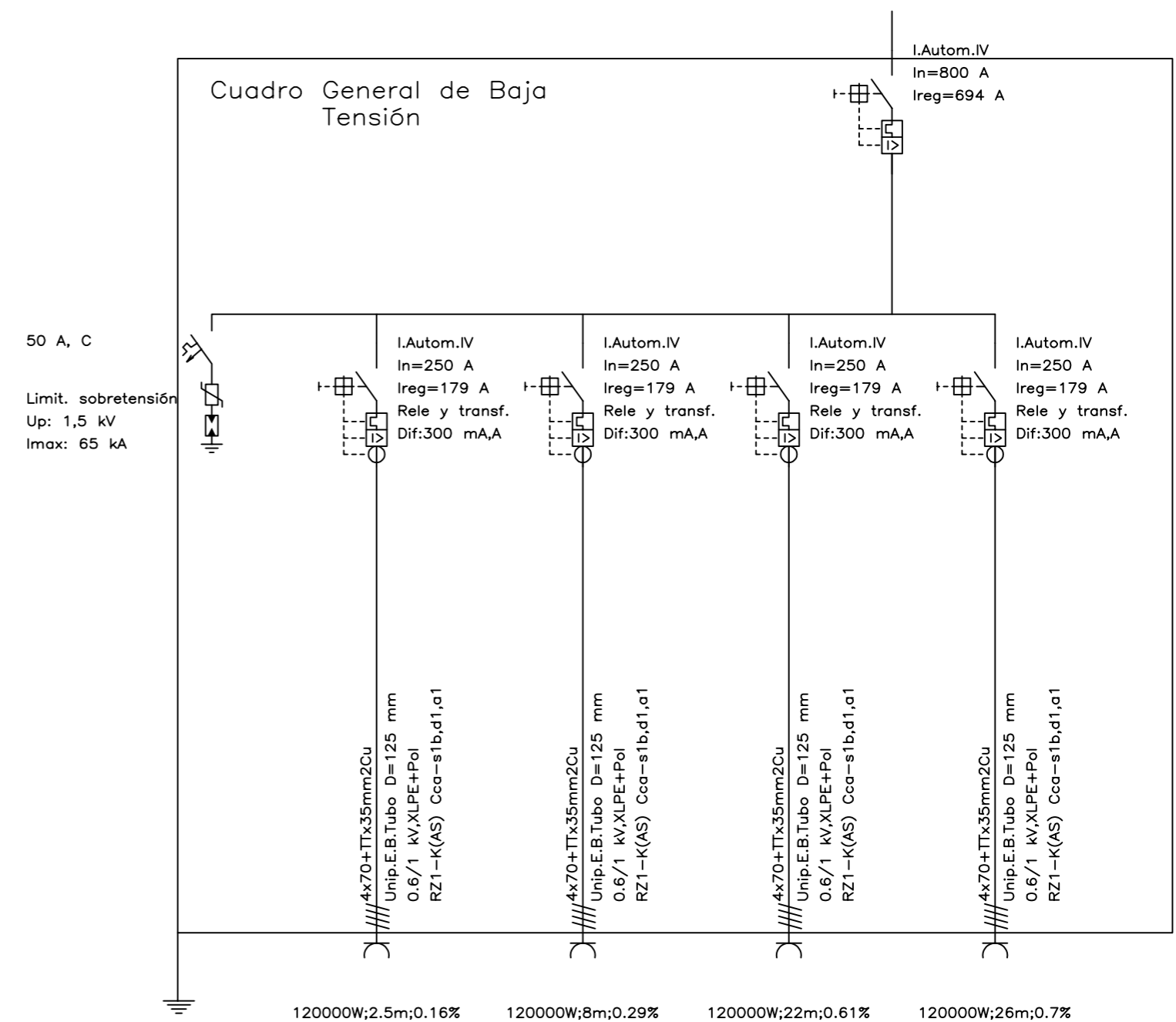
n*11937	Óscar Olayo Cristià	Signatura	Diseño y Cálculo de una Instalación Eléctrica para Puntos de Recarga de Vehículos Eléctricos con Sistema de Detección de Robos y Alarma
Escala	EdRUR Ingeteam Rapid 120		Nº9



n°11937	Óscar Olayo Cristià	Signatura	Diseño y Cálculo de una Instalación Eléctrica para Puntos de Recarga de Vehículos Eléctricos con Sistema de Detección de Robos y Alarma
Escala	Esquema Unifilar Línea BT		N°10



Cuadro Baja Tensión del CT



n°11937	Óscar Olayo Cristià	Signatura	Diseño y Cálculo de una Instalación Eléctrica para Puntos de Recarga de Vehículos Eléctricos con Sistema de Detección de Robos y Alarma
Escala	Ampliación Esquema Unifilar Línea BT N° 11		

## **5. Pliego de Condiciones**

### **5.1 Pliego de Preinscripciones Técnicas Generales**

#### **OBJETO**

El presente pliego de prescripciones técnicas particulares tiene por objeto en primer lugar estructurar la organización general de la obra; en segundo lugar, fijar las características de los materiales a emplear; igualmente, establecer las condiciones que tiene que cumplir el proceso de ejecución de la obra; y por último, organizar el modo y manera en que se tienen que realizar las mediciones y abonos de las obras.

#### **ÁMBITO De APLICACIÓN**

El presente Proyecto Constructivo tiene por objeto la definición y valoración de las obras necesarias para llevar a cabo la instalación de un centro de transformación Instrucciones, normas y disposiciones aplicables. Serán de aplicación, en su caso, como supletorias y complementarias de las contenidas en este Pliego, las Disposiciones que a continuación se relacionan, siempre que no modifiquen ni se opongan a aquello que en él se especifica.

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos, RC-16, aprobado por el Real Decreto 256/2016, de 10 de junio.
- Instrucción para el proyecto y ejecución de las obras de hormigón estructural
- Pliego de condiciones Facultativas Generales para las obras de abastecimiento de aguas, contenido a la Instrucción del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
- Pliego de Prescripciones Facultativas Generales para las obras de Saneamiento de Poblaciones, de la vigente Instrucción del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
- Pliego General de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura 1960 (adaptado por el Ministerio de la Vivienda según Orden de 4 de junio de 1973).
- Ordenanza General de Seguridad e higiene al trabajo (Orden del 9 de abril de 1964).
- Métodos de ensayo del Laboratorio Central de Ensayos de Materiales (M.E.L.C.).
- Normas U.N.E

Todos estos documentos obligarán en la redacción original con las modificaciones posteriores, declaradas de aplicación obligatoria y que se declaren como tales durante el plazo de las obras de este proyecto.

El contratista está obligado al cumplimiento de todas las instrucciones, pliegos o normas de toda índole promulgadas por la Administración del Estado, de la Autonomía, Ayuntamiento y otros organismos competentes, que tengan aplicación a los trabajos que se tienen que hacer, tanto si son mencionados como si no lo son en la relación anterior, quedando a decisión del director de obra resolver cualquier discrepancia que pueda haber respecto el que dispone este pliego.

Descripción y justificación de la solución proyectada.

El presente proyecto contempla la realización de las siguientes actuaciones:

- Escombros
- Movimiento de suelos
- Firmes y pavimentos
- Servicios afectados.
- Señalización horizontal, vertical y de obra
- Mobiliario urbano y vegetación

### **DIRECCIÓN DE OBRA**

La Dirección, seguimiento, control y valoración de las obras objeto del proyecto, así como de las que correspondan a ampliaciones o modificaciones establecidas por la Administración, estará a cargo de una Dirección de Obra encabezada por un técnico titulado competente.

Para poder cumplir con la máxima efectividad la misión que le es encargada, la Dirección de Obra disfrutará de las más amplias facultades, pudiendo conocer y participar en todas aquellas previsiones o actuaciones que lleve a cabo el Contratista.

Serán base para el trabajo de la Dirección de Obra:

- Los planos del proyecto.
- El Pliego de condiciones Técnicas.
- Los cuadros de precios.
- El precio y plazo de ejecución contratados.
- El Programa de trabajo formulado por el Contratista y aceptado por la Administración.
- Las modificaciones de obra establecidas por la Administración.
- Impulsar la ejecución de las obras por parte del contratista.
- Asistir al Contratista para la interpretación de los documentos del Proyecto y fijación de detalles de la definición de las obras y de su ejecución para que se mantengan las condiciones de funcionalidad, estabilidad, seguridad y calidad previstas al Proyecto.
- Formular con el Contratista el Acta de replanteo e inicio de las obras y tener presente que los replanteos de detalle se hagan debidamente por él mismo.
- Requerir, aceptar o reparar si se tercia, los planos de obra que tiene que formular el Contratista.
- Requerir, aceptar o reparar si se tercia, toda la documentación que, de acuerdo con aquello que establece este Pliego, el que establece el Programa de Trabajo aceptado y, el que determina las normativas que, partiendo de ellos, formule la propia Dirección de Obra,

## Pliego de Condiciones

corresponda formular al Contratista a los efectos de programación de detalle, control de calidad y seguimiento de la obra.

- Establecer las comprobaciones de los diferentes aspectos de la obra que se ejecute que estime necesarias para tener pleno conocimiento y dar testigo de si cumplen o no con su definición y con las condiciones de ejecución y de obra prescritas.
- En caso de incumplimiento de la obra que se ejecuta con su definición o con las condiciones prescritas, ordenar al Contratista su sustitución o corrección paralizando los trabajos si lo cree conveniente.
- Proponer las modificaciones de obra que impliquen modificación de actividades o que crea necesarias o convenientes.
- Informar las propuestas de modificaciones de obra que formule el Contratista.
- Proponer la conveniencia de estudio y formulación, por parte del Contratista, de actualizaciones del programa de Trabajos inicialmente aceptado.
- Establecer con el Contratista documentación de constancia de características y condiciones de obras ocultas, antes de su ocultación.
- Establecer las valoraciones mensuales en su origen de la obra ejecutada.
- Establecer periódicamente informes sistemáticos y analíticos de la ejecución de la obra, de los resultados del control y del desempeño de los Programas, poniéndose de manifiesto los problemas que la obra presenta o puede presentar y las medidas tomadas o que se propongan para evitarlos o minimizarlos.
- Preparación de la información de estado y condiciones de las obras, y de la valoración general de estas, previamente a su recepción por la Administración.
- Recopilación de los planos y documentos definitivos de las obras tal como se ha ejecutado, para librar a la Administración una vez acabados los trabajos.

El Contratista tendrá que actuar de acuerdo con las normas e instrucciones complementarias que de acuerdo con aquello que establece el Pliego de condiciones Técnicas del Proyecto, le sean dictadas por la Dirección de Obra para la regulación de las relaciones entre ambos en aquello en lo referente a las operaciones de control, valoración y en general, de información relacionadas con la ejecución de las obras.

Por otro lado, la Dirección de Obra podrá establecer normativas reguladoras de la documentación u otro tipo de información que tenga que formular o recibir el Contratista para facilitar la realización de las expresadas funciones, normativas que serán de obligado cumplimiento por el Contratista siempre que, si este lo requiere, sean previamente conformadas por la Administración.

El Contratista designará formalmente las personas de su organización que estén capacitadas y facultadas para tratar con la Dirección de Obra las diferentes materias objeto de las funciones de las mismas y en los diferentes niveles de responsabilidad, de tal manera que estén siempre presentes a la obra personas capacitadas y facultadas para decidir temas de los cuales la decisión por parte de la Dirección de Obra esté encargada a personas presentes a la

obra, pudiendo entre unas y otras establecer documentación formal de constancia, conformidad u objeciones.

La Dirección de Obra podrá detener cualquier de los trabajos en curso de la realización que, a su baremo, no se ejecuten de acuerdo con las prescripciones contenidas a la documentación definitoria de las obras.

### **DESARROLLO DE LAS OBRAS**

#### **Replanteos. Acta de comprobación del replanteo**

Con anterioridad a la iniciación de las obras, el Contratista, conjuntamente con la Dirección de Obra, procederán a la comprobación de las bases de replanteo y puntos fijos de referencia que consten al Proyecto, levantándose Acta de los resultados.

Al acta se hará constar que, tal y como establecen las bases del concurso y cláusulas contractuales, el Contratista, previamente a la formulación de su oferta, tomó datos sobre el terreno para comprobar la correspondencia de las obras definidas al Proyecto con la forma y características del citado terreno. En caso de que se hubiera apreciado alguna discrepancia se comprobará y se hará constar al Acta con carácter de información para la posterior formulación de planos de obra.

A partir de las bases y puntos de referencia comprobados se replantearán los límites de las obras a ejecutar que, por sí mismos o por motivo de su ejecución puedan afectar terrenos exteriores a la zona de dominio o servicios existentes.

Estas afecciones se harán constar al Acta, a efectos de tenerlos en cuenta, juntamente con los compromisos sobre servicios y terrenos afectados.

Corresponderá al Contratista la ejecución de los replanteos necesarios para llevar a cabo la obra. El Contratista informará a la Dirección de Obra de la manera y fechas en que programe llevarlos a cabo. La Dirección de Obra podrá hacerle recomendaciones al respecto y, en caso de que los métodos o tiempos de ejecución den lugar a errores a las obras, prescribir correctamente la forma y tiempo de ejecutarlos.

La Dirección de Obra hará, siempre que lo crea oportuno, comprobaciones de los replanteos efectuados.

#### **Planos de obra**

Una vez efectuada el replanteo y los trabajos necesarios para un perfecto conocimiento de la zona y características del terreno y materiales, el Contratista formulará los planos detallados de ejecución que la Dirección de Obra crea convenientes, justificando adecuadamente las disposiciones y dimensiones que figuran en estos segundos los planos del proyecto constructivo, los resultados de los replanteos, trabajos y ensayos realizados, los pliegos de condiciones y los reglamentos vigentes. Estos planos tendrán que formularse con suficiente anticipación, que fijará la Dirección de Obra, a la fecha programada para la ejecución de la parte de obra a que se refieren y ser aprobados por la Dirección de Obra, que igualmente, señalará al Contratista el formato y disposición en que tiene que establecerlos. Al formular estos planos se justificarán adecuadamente las disposiciones adoptadas.

## Pliego de Condiciones

El Contratista estará obligado, cuando según la Dirección de Obra fuera imprescindible, a introducir las modificaciones que hagan falta para que se mantengan las condiciones de estabilidad, seguridad y calidad previstas en el proyecto, sin derecho a ninguna modificación al precio ni al plazo total, ni a los parciales de ejecución de las obras.

Por su parte el Contratista podrá proponer también modificaciones, debidamente justificadas, sobre la obra proyectada, a la Dirección de Obra, quien, según la importancia de estas, resolverá directamente o lo comunicará a la Administración para la adopción del acuerdo que se proceda. Esta petición tampoco dará derecho al Contratista a jefe modificación sobre el programa de ejecución de las obras.

Al cursar la propuesta citada en el apartado anterior, el Contratista tendrá que señalar el plazo dentro del cual precisa recibir la contestación para que no se vea afectado el programa de trabajos. La no contestación dentro del citado plazo, se entenderá en todo caso como denegación a la petición formulada.

### Programa de trabajos

Previamente a la contratación de las obras el Contratista tendrá que formular un programa de trabajo cumplido. Este programa de trabajo será aprobado por la Administración al tiempo y debido al Contrato. La estructura del programa se ajustará a las indicaciones de la Administración.

El programa de Trabajo comprenderá:

- a) La descripción detallada del modo en que se ejecutarán las diversas partes de la obra, definiendo con criterios constructivos las actividades, vínculos entre actividades y duraciones que formarán el programa de trabajo.
- b) Relación de la maquinaria que se empleará, con cada expresión de sus características, donde se encuentra cada máquina en el tiempo de formular el programa y de la fecha en que estará a la obra, así como la justificación de aquellas características para realizar conforme a condiciones, las unidades de obra en las cuales se tengan que emplear y las capacidades para asegurar el desempeño del programa.
- c) Organización de personal que se destina a la ejecución de la obra, expresando donde se encuentra el personal superior, medio y especialista cuando se formule el programa y de las fechas en que se encuentre a la obra.
- d) Procedencia que se propone para los materiales a utilizar a la obra, ritmos mensuales de suministros, previsión de la situación y cuantía de los almacenamientos.
- e) Relación de servicios que resultarán afectados por las obras y previsiones tanto para su reposición como para la obtención, en caso necesario de licencias por eso.
- f) Programa temporal de ejecución de cada una de las unidades que componen la obra, estableciendo el presupuesto de obra que cada mes se hará concreto, y teniendo en cuenta explícitamente los acondicionamientos que para la ejecución de cada unidad representan las otras, así como otros particulares no comprendidos en estas.
- g) Valoración mensual y acumulada de cada una de las Actividades programadas y del conjunto de la obra.

## **Pliego de Condiciones**

Durante el curso de la ejecución de las obras, el Contratista tendrá que actualizar el programa establecido para la contratación, siempre que, por modificación de las obras, modificaciones en las secuencias o procesos y/o retrasos en la realización de los trabajos, la Administración lo crea conveniente. La dirección de Obra tendrá facultad de prescribir al Contratista la formulación de estos programas actualizados y participar en su redacción.

Aparte de esto, el Contratista tendrá que establecer periódicamente los programas parciales de detalle de ejecución que la Dirección de Obra crea convenientes.

El Contratista se someterá, tanto en la redacción de los programas de trabajos generales como parciales de detalle, a las normas e instrucciones que le dicta la Dirección de Obra.

### **Control de calidad**

La Dirección de Obra tiene facultad de realizar los reconocimientos, comprobaciones y ensayos que crea adecuados en cualquier momento, habiendo el Contratista de ofrecerle asistencia humana y material necesario por eso. Los gastos de la asistencia no serán de abono especial.

Cuando el Contratista ejecutara obras que resultaran defectuosas en geometría y/o calidad, según los materiales o métodos de trabajo utilizados, la Dirección de Obra apreciará la posibilidad o no de corregirlas y en función de esto dispondrá:

- Las medidas a adoptar para proceder a la corrección de las corregibles, dentro del plazo que se señale.
- Las incorregibles, donde la separación entre características obtenidas y especificadas no comprometa la funcionalidad ni la capacidad de servicio, serán tratadas a elección de la Administración, como incorregibles en que quede comprometida su funcionalidad y capacidad de servicio, o aceptadas previo acuerdo con el Contratista, con una penalización económica.
- Las incorregibles en que queden comprometidas la funcionalidad y la capacidad de servicio, serán derrocadas y reconstruidas a cargo del Contratista, dentro del plazo que se señale.

Todas estas obras no serán de abono hasta encontrarse en las condiciones especificadas, y en caso de no ser reconstruidas en el plazo concedido, la Administración podrá encargar su arreglamiento a terceros, por cuenta del Contratista.

La Dirección de Obra podrá, durante el curso de las obras o previamente a la recepción provisional de estas, realizar cuántas pruebas crea adecuadas para comprobar el cumplimiento de condiciones y el adecuado comportamiento de la obra ejecutada.

Estas pruebas se realizarán siempre en presencia del Contratista que, por su parte, está obligado a dar cuántas facilidades se necesiten para su correcta realización y a poner a disposición los medios auxiliares y personal que haga falta a tal objeto.

De las pruebas que se realicen se levantará Acta que se tendrá presente para la recepción de la obra.

El personal que se ocupa de la ejecución de la obra podrá ser recusado por la Dirección de Obra sin derecho a ninguna indemnización para el Contratista.

### **Medios del contratista para la ejecución de los trabajos**

El Contratista es obligado a tener a la obra el equipo de personal directivo, técnico, auxiliar y operario que resulte de la documentación de la adjudicación y quede establecido en el programa de trabajos. Designará del mismo modo, las personas que asuman, por su parte, la dirección de los trabajos que, necesariamente, tendrán que residir a las proximidades de las obras y tener facultades para resolver cuantas cuestiones dependan de la Dirección de Obra, habiendo siempre de dar cuenta a esta para poder ausentarse de la zona de obras.

Tanto la idoneidad de las personas que constituyen este grupo directivo, como su organización jerárquica y especificación de funciones, será libremente apreciada por la Dirección de Obra que tendrá en todo momento la facultad de exigir al Contratista la sustitución de cualquier persona o personas adscritas a esta, sin obligación de responder de ninguno de los daños que al Contratista pudiera causar el ejercicio de aquella facultad. No obstante, el contratista responde de la capacidad y de la disciplina de todo el personal asignado a la obra.

De la maquinaria que con arreglo al programa de trabajos se haya comprometido a tener a la obra, no podrá el Contratista disponer para la ejecución otros trabajos, ni retirarla de la zona de obras, excepto expreso autorización de la Dirección de Obra.

### **Información a preparar por el Contratista**

El Contratista tendrá que preparar periódicamente para su remisión a la Dirección de Obra informes sobre los trabajos de proyecto, programación y seguimiento que le estén encomendados.

Las normas sobre el contenido, forma y fechas para la entrega de esta documentación vendrá fijada por la Dirección de Obra.

Será, del mismo modo, obligación del Contratista dejar constancia formal de los datos básicos de la forma del terreno que obligatoriamente habrá tenido que tomar antes del inicio de las obras, así como las de definición de aquellas actividades o partes de obra que tengan que quedar ocultas.

Esto último, además, debidamente comprobado y avalado por la Dirección de Obra previamente a su ocultación.

Toda esta documentación servirá de base para la confección del proyecto final de las obras, a redactar por la Dirección de Obra, con la colaboración del Contratista que esta crea conveniente.

La Administración no se hace responsable del abono de actividades para las que no exista comprobación formal de la obra oculta y, en todo caso, se reserva el derecho de que cualquier gasto que comportara la comprobación de haber sido ejecutadas las llamadas obras, sea a cargo del Contratista.

### **Mantenimiento y regulación del tráfico durante las obras**

El Contratista será responsable de mantener en los máximos niveles de seguridad el acceso de vehículos al corte de trabajo desde la carretera, así como la incorporación de vehículos a la misma. A tal efecto está a disposición de aquello que establezcan los organismos, instituciones y poderes públicos con competencia y jurisdicción sobre el tráfico.

### **Seguridad y salud al trabajo**

De acuerdo con el artículo 4.º del Real Decreto 1627/1997 de 24.10.97, el Contratista tendrá que elaborar un "Plan de seguridad y salud en las obras" en el cual desarrolle y adapte "El estudio de seguridad y salud en las obras de construcción" contenido al proyecto, a las circunstancias físicas, de medios y métodos en que desarrolle los trabajos. Este Pla previo conocimiento de la Dirección de Obra y aprobación por la Autoridad competente, se remitirá al Vigilante de seguridad y al Comité de Seguridad y Salud.

### **Afecciones al medio ambiente**

El Contratista adoptará en todos los trabajos que realice las medidas necesarias para que las afecciones al medio ambiente sean mínimas. Así, en la explotación de canteras, graveras y préstamos tendrá establecido un plan de regeneración de terrenos; las plantas fabricantes de hormigones hidráulicos o mezclas asfálticas, dispondrán de los elementos adecuados para evitar los escapes de cemento o pulso mineral a la atmósfera, y de cemento, aditivos y ligantes a las aguas superficiales o subterráneas; los movimientos dentro de la zona de obra se producirán de modo que solo se afecte la vegetación existente en aquello estrictamente necesario para la implantación de las mismas; toda la maquinaria utilizada dispondrá de silenciadores para rebajar la polución fónica.

El contratista será responsable único de las agresiones que, en los sentidos arriba apuntados y cualesquiera otros difícilmente identificables en este momento, produzca al medio ambiente, teniendo que cambiar los medios y métodos utilizados y reparar los daños causados siguiendo las órdenes de la Dirección de Obra o de los organismos institucionales competentes en la materia.

El contratista está obligado a facilitar las tareas de corrección medioambientales, tales como plantaciones, hidrosiembras y otros, aunque estas no las tuviera contratadas, permitiendo el acceso al puesto de trabajo y dejan accesos suficientes por su realización.

### **Vertederos**

El contratista no podrá abocar material procedente de la obra sin que previamente esté aprobado el vertedero por el director de la obra y por la comisión de seguimiento medioambiental, en el supuesto de que esté constituida.

### **Ejecución de las obras no especificadas en este pliego**

La ejecución de las unidades de obra del Presente Proyecto, las especificaciones del cual no figuran en este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, se harán de acuerdo con aquello especificado por estas a la normativa vigente, o en su defecto, con aquello que ordene el director de las obras, dentro de la buena práctica para obras similares.

### **Medición de las obras**

La Dirección de la Obra realizará mensualmente y en la forma que establece este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el periodo de tiempo anterior.

El Contratista o su delegado podrán presenciar la realización de estas mediciones.

Por las obras o partes de obra las dimensiones y características de las cuales tengan que quedar posterior y definitivamente ocultas, el Contratista está obligado a avisar a la Dirección con la suficiente antelación, a fin de que esta pueda realizar las correspondientes mediciones y presa de datos, levantando los planos que las definan, la conformidad de las cuales suscribirá el Contratista o su delegado.

Si no hubiera aviso con antelación, la existencia del cual corazon a aceptar las decisiones de la Administración sobre el particular.

### **Precios unitarios**

Los precios unitarios que aparecen, será el que se aplicará a las mediciones para obtener el importe de Ejecución Material de cada unidad de obra.

La descomposición de los precios unitarios es de aplicación exclusiva a las unidades de obra incompletas, no pudiéndose el contratista reclamar modificación de precios para las unidades totalmente ejecutadas, por errores u omisiones en la descomposición.

Aunque la justificación de precios unitarios que aparece en el correspondiente Anexo a la Memoria, se empleen hipótesis no coincidentes con la forma real de ejecutar las obras (jornales y mano de obra necesaria, cantidad, tipo y coste horario de maquinaria, transporte, número y tipo de operaciones necesarias para completar la unidad de obra, dosificación, cantidad de materiales, proporción de varios correspondientes a varios precios auxiliares, etc), estos extremos no pudiendo argüirse como base para la modificación del correspondiente precio unitario y están contenidos en un documento meramente informativo.

### **Otros gastos por cuenta del contratista**

Serán por cuenta del Contratista, siempre que en el contrato no se prevea explícitamente el contrario, los siguientes gastos, a título indicativo y sin que la relación sea limitadora.

- Los gastos de construcción, demolición y retirada de toda clase de construcciones auxiliares, incluidas las de acceso.

## **Pliego de Condiciones**

- Los gastos de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales.
- Los gastos de protección de encuentros y de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes.
- Los gastos de limpieza y evacuación de desechos y basura.
- Los gastos de conservación de desagües.
- Los gastos de suministro, colocación y conservación de señales de tráfico y otros recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de las obras.
- Los gastos de demolición de las instalaciones, herramientas, materiales y limpieza general de la obra cuando se finalice.
- Los gastos de montaje, conservación y retirada de instalaciones para el suministro del agua y energía eléctrica necesarios para las obras.
- Los gastos de demolición de las instalaciones provisionales.
- Los gastos de retirada de los materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas.
- Los daños causados a terceros, con las excepciones que marca la ley.
- Gastos de establecimiento, mejora y mantenimiento de los caminos de acceso al corte.
- Gastos para realizar el control de calidad de la obra, mediante los ensayos de recepción de materiales y de control de fabricación y posta a la obra, hasta un importe correspondiente al 2% del Presupuesto de Ejecución por Contrata.
- Gastos para cumplir el estudio de seguridad de la obra y cualquiera otra medida que crea conveniente el Coordinador de Seguridad y Salud.
- Cualquier gasto mencionado al Pliego de Cláusulas Administrativas y/o Técnicas del concurso de adjudicación de las obras.

### **5.2 Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares**

#### **CONDICIONES GENERALES**

Todos los materiales a utilizar en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y otras disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otra que haya sido especificado y sea necesario realizar tendrá que ser aprobado por la Dirección Técnica, entendiéndose que será rechazado aquel que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

## **Pliego de Condiciones**

Los materiales no consignados en proyecto que den lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de satisfacción necesarios, a criterio de la Dirección Facultativa, no teniendo el Contratista derecho de reclamación por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en este proyecto se ejecutarán con cuidado, de acuerdo con las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, el Reglamento Electrotécnico para Baja y Alta Tensión y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa.

### **EMPLAZAMIENTO.**

El lugar elegido para la instalación del centro debe permitir la colocación y reposición de todos los elementos del mismo, concretamente los que son pesados y grandes, como transformadores. Los accesos al centro deben tener las dimensiones adecuadas para permitir el paso de dichos elementos.

El emplazamiento del centro debe ser tal que esté protegido de inundaciones y filtraciones.

En el caso de terrenos inundables el suelo del centro debe estar, como mínimo, 0,20 m por encima del máximo nivel de aguas conocido, o si no al centro debe proporcionársele una estanquidad perfecta hasta dicha cota.

El local que contiene el centro debe estar construido en su totalidad con materiales incombustibles.

### **EXCAVACIÓN.**

Se efectuará la excavación con arreglo a las dimensiones y características del centro y hasta la cota necesaria indicada en el Proyecto.

La carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes será por cuenta del Contratista.

### **ACONDICIONAMIENTO.**

Como norma general, una vez realizada la excavación se extenderá una capa de arena de 10 cm de espesor aproximadamente, procediéndose a continuación a su nivelación y compactación.

En caso de ubicaciones especiales, y previo a la realización de la nivelación mediante el lecho de arena, habrá que tener presente las siguientes medidas:

- Terrenos no compactados. Será necesario realizar un asentamiento adecuado a las condiciones del terreno, pudiendo incluso ser necesaria la construcción de una bancada de hormigón de forma que distribuya las cargas en una superficie más amplia.
- Terrenos en ladera. Se realizará la excavación de forma que se alcance una plataforma de asiento en zona suficientemente compactada y de las dimensiones necesarias para que el

asiento sea completamente horizontal. Puede ser necesaria la canalización de las aguas de lluvia de la parte alta, con objeto de que el agua no arrastre el asiento del CT.

- Terrenos con nivel freático alto. En estos casos, o bien se eleva la capa de asentamiento del CT por encima del nivel freático, o bien se protege al CT mediante un revestimiento impermeable que evite la penetración de agua en el hormigón.

### **EDIFICIO PREFABRICADO DE HORMIGÓN.**

Los distintos edificios prefabricados de hormigón se ajustarán íntegramente a las distintas Especificaciones de Materiales de la compañía suministradora, verificando su diseño los siguientes puntos:

- Los suelos estarán previstos para las cargas fijas y rodantes que implique el material.
- Se preverán, en lugares apropiados del edificio, orificios para el paso del interior al exterior de los cables destinados a la toma de tierra, y cables de B.T. y M.T. Los orificios estarán inclinados y desembocarán hacia el exterior a una profundidad de 0,40 m del suelo como mínimo.
- También se preverán los agujeros de empotramiento para herrajes del equipo eléctrico y el emplazamiento de los carriles de rodamiento de los transformadores. Asimismo, se tendrán en cuenta los pozos de aceite, sus conductos de drenaje, las tuberías para conductores de tierra, registros para las tomas de tierra y canales para los cables A.T. y B.T. En los lugares de paso, estos canales estarán cubiertos por losas amovibles.
- Los muros prefabricados de hormigón podrán estar constituidos por paneles convenientemente ensamblados, o bien formando un conjunto con la cubierta y la solera, de forma que se impida totalmente el riesgo de filtraciones.
- La cubierta estará debidamente impermeabilizada de forma que no quede comprometida su estanquidad, ni haya riesgo de filtraciones. Su cara interior podrá quedar como resulte después del desencofrado. No se efectuará en ella ningún empotramiento que comprometa su estanquidad.
- El acabado exterior del centro será normalmente liso y preparado para ser recubierto por pinturas de la debida calidad y del color que mejor se adapte al medio ambiente. Cualquier otra terminación: canto rodado, recubrimientos especiales, etc., podrá ser aceptada. Las puertas y recuadros metálicos estarán protegidos contra la oxidación.
- La cubierta estará calculada para soportar la sobrecarga que corresponda a su destino, para lo cual se tendrá en cuenta lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330.
- Las puertas de acceso al centro de transformación desde el exterior cumplirán íntegramente lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330. En cualquier caso, serán incombustibles, suficientemente rígidas y abrirán hacia afuera de forma que puedan abatirse sobre el muro de fachada.

Se realizará el transporte, la carga y descarga de los elementos constitutivos del edificio prefabricado, sin que éstos sufran ningún daño en su estructura. Para ello deberán usarse los

## **Pliego de Condiciones**

medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación, así como las recomendaciones para su montaje.

De acuerdo con la Recomendación UNESA 1303-A, el edificio prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio, excepto las piezas que, insertadas en el hormigón, estén destinadas a la manipulación de las paredes y de la cubierta, siempre que estén situadas en las partes superiores de éstas.

Cada pieza de las que constituyen el edificio deberá disponer de dos puntos metálicos, lo más separados entre sí, y fácilmente accesibles, para poder comprobar la continuidad eléctrica de la armadura. La continuidad eléctrica podrá conseguirse mediante los elementos mecánicos del ensamblaje.

### **EVACUACIÓN Y EXTINCIÓN DEL ACEITE AISLANTE.**

Las paredes y techos de las celdas que han de alojar aparatos con baño de aceite deberán estar construidas con materiales resistentes al fuego, que tengan la resistencia estructural adecuada para las condiciones de empleo.

Con el fin de permitir la evacuación y extinción del aceite aislante, se preverán pozos con revestimiento estanco, teniendo en cuenta el volumen de aceite que puedan recibir. En todos los pozos se preverán apagafuegos superiores, tales como lechos de guijarros de 5 cm de diámetro aproximadamente, sifones en caso de varios pozos con colector único, etc. Se recomienda que los pozos sean exteriores a la celda y además inspeccionables.

### **VENTILACIÓN.**

Los locales estarán provistos de ventilación para evitar la condensación y, cuando proceda, refrigerar los transformadores.

Normalmente se recurrirá a la ventilación natural, aunque en casos excepcionales podrá utilizarse también la ventilación forzada.

Cuando se trate de ubicaciones de superficie, se empleará una o varias tomas de aire del exterior, situadas a 0,20 m. del suelo como mínimo, y en la parte opuesta una o varias salidas, situadas lo más altas posible.

En ningún caso las aberturas darán sobre locales a temperatura elevada o que contengan polvo perjudicial, vapores corrosivos, líquidos, gases, vapores o polvos inflamables.

Todas las aberturas de ventilación estarán dispuestas y protegidas de tal forma que se garantice un grado de protección mínimo de personas contra el acceso a zonas peligrosas,

contra la entrada de objetos sólidos extraños y contra la entrada del agua IP 23D, según Norma UNE-EN 61330.

### **CANALIZACIONES ELÉCTRICAS**

Los cables se colocarán dentro de tubos, rígidos o flexibles, o sobre bandejas o canales, según se indica en la Memoria.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, tendrán que estar ejecutados los elementos estructurales que lo tengan que soportar o en los que tenga que ser empotrada: forjados, tabiques, etc. Excepto cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las canalizaciones necesarias al ejecutar la obra previa, se tendrá que replantear sobre esta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el trazado de las líneas, señalando de manera conveniente la naturaleza de cada elemento.

### **INSTALACIONES BAJO TUBO**

Los tubos utilizados en la instalación podrán ser del siguiente tipo:

- De acero roscado galvanizado, resistente a veces, rozamientos, humedad y todos los agentes atmosféricos no corrosivos, proveídos con rosca Pg según DIN 40430. Serán adecuados para ser doblados en frío mediante la herramienta adecuada. Ambos extremos de tubo serán roscados, y cada tramo de tubo irá proveído con su mango. El interior de los tubos será liso, uniforme, y sin rebabas. Se utilizarán, como mínimo, en las instalaciones con riesgo de incendio o explosión, como aparcamientos, salas de máquinas, etc, y en instalaciones en montaje superficial con riesgo de graves daños mecánicos por impactos con objetos o utensilios.
- De policloruro de vinilo rígido roscado que soporte, como mínimo, una temperatura de 60° C sin deformarse, del tipo no propagador de la llama, con grado de protección 3 o 5 contra daños mecánicos. Este tipo de tubo se utilizará en instalaciones vistas y empotradas, sin riesgo de daños mecánicos debido a impactos.

Por la colocación de las canalizaciones se tendrán en cuenta las prescripciones ITC-BT- 20, 21, 22, 23 y 24.

### **INSTALACIONES SEPULTADAS BAJO TUBO**

Los tubos utilizados en la instalación serán de polietileno de doble pared (interior lisa, uniforme, y sin rebabas, y exterior corrugada), de color naranja, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 20 joules, con grado de protección IP54 segundos UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22.

## **NORMAS DE INSTALACIÓN EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES NO ELÉCTRICAS**

En el caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que las superficies exteriores de ambas se mantengan a una distancia mínima de 3 cm.

En caso de proximidad con conducciones de calefacción, de aire caliente o humo, las canalizaciones eléctricas se instalarán de forma que no puedan llegar a una temperatura peligrosa, y por tanto, se mantendrán separadas una distancia mínima de 150 mm o con pantallas calorífugas.

Como norma general, las canalizaciones eléctricas no se situarán paralelamente por debajo otros que puedan producir condensaciones.

## **ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES**

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de forma que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y sustituir los conductores en caso necesario.

Se adoptarán las precauciones necesarias para evitar el allanamiento de suciedad, tiza u hojarasca en el interior de las conducciones, tubos, accesorios y cajas durante la instalación. Los tramos de conducciones que hayan quedado tapados se limpiarán perfectamente hasta dejarlos libres de cualquier acumulación, o se sustituirán aquellos que estén malogrados.

## **CONDUCTORES**

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto.

### **Materiales**

Los conductores serán del siguiente tipo:

- De 600/1.000 V de tensión nominal.
- Conductor: Cobre.
- Aislamiento: XLPE
- Tensión de prueba: 3.500 V
- Instalación: bajo tubo, al aire o sobre bandeja.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm<sup>2</sup> tendrán que estar formados por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor al que se trate.

### Dimensionado

Por la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se utilizará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se escogerá la sección del cable que admita esta intensidad de acuerdo con las prescripciones del ICT-BT-06, ICT-BT-07 y ICT-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los coeficientes correctores segundos las condiciones de la instalación. Se deberán tener presentes las instrucciones ICT-BT-44 por receptores de alumbrado y ICT-BT-47 por receptores de motores.
- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor del 3% de la tensión nominal en el origen de la instalación, y del 5% en los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Por instalaciones industriales que se alimentan directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, se considera que la instalación interior de baja tensión máximas admisibles será del 4,5% por el alumbrado y el 6,5% para los otros usos
- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no tiene que provocar condiciones que impidan su arranque, desconexión de contactores, interrupciones en el alumbrado, etc.
- La sección del conductor neutro será la especificada en el ICT-BT-06 apartados 3.4, 3.5, 3.6 y 3.7, y ICT-BT-07, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la mesa II de la instrucción ICT-BT-19, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

### IDENTIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que queden identificados sus circuitos y elementos, y se pueda proceder en todo momento a su reparación, transformación, etc.

Como norma general, todos los conductores de fase o polares se identificarán con el color negro, marrón o gris, el conductor neutro de color azul cielo y los conductores de protección de color amarillo y verde.

### RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA

Por instalaciones con tensión nominal inferior o igual a 500 V, la resistencia de aislamiento será como mínimo igual a 0,5 MΩ.

## **Pliego de Condiciones**

La rigidez dieléctrica tiene que ser tal, que desconectados los aparatos de utilización, resista durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2U+1.000$  voltios, siendo Uno la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1.500 voltios.

### **CAJAS DE CONEXIÓN**

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en este caso tendrán que estar aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán las que permitan alojar sin dificultades todos los conductores necesarios.

Su profundidad será igual, como mínimo, a una vez y media el diámetro del tubo más grande, con un mínimo de 40 mm. Cuando las entradas de los tubos a las cajas tengan que ser estancas, se utilizarán prensa estopas adecuados.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como conexiones o derivaciones por el simple reatornillar o arrollamiento entro sí de los conductores, sino que se tendrán que utilizar siempre bornes de conexión.

Los tubos se fijarán a todas las cajas de salida, de conexión y de intermediando contra hembras y casquetes. Se tendrá cura que queden a cuerpo descubierto el número total de hilos de rosca con el fin de que el casquete pueda ser pulsado contra el extremo del tubo, después del cual se estrechará la contra hembra para poner el casquete con contacto eléctrico con la caja.

Los tubos y pernos se sujetarán mediante pernos de fiador en ladrillo vacío, pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo, y claves spit sobre metal. Los pernos de fiador de tipo caracol se utilizarán en instalaciones permanentes, las de tipos rosca cuando sea preciso desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se utilizarán claves para sujetar cajas o tubos.

### **APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCIÓN**

En el origen de la instalación y el más cerca posible del punto de alimentación de la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, con los dispositivos de protección de cada uno de los circuitos que salen de este cuadro.

#### **Interruptores automáticos**

La protección contra sobreintensidades por todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito, se realizará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de estos, así como en puntos donde la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a la sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados.

## **Pliego de Condiciones**

No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede garantizada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores automáticos tendrán las características adecuadas para soportar la intensidad nominal y las intensidades de cortocircuito que se especifican en el esquema unifilar, permitirán el montaje sobre perfiles DIN y cumplirán con las directrices de la norma IEC 60947-2.

Los accesorios de la aparatada de la instalación serán los que el fabricante recomiende para el tipo de interruptor a instalar.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de accionamiento libre y tendrán indicador de posición. El accionamiento será directo por polvo con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades del automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su conexión.

### **Bloques diferenciales**

Los bloques diferenciales serán tetrapolares, acoplables a los interruptores y con la intensidad nominal especificada en el esquema unifilar. Permitirán el montaje sobre perfiles DIN y cumplirán con la norma CEI / UNE-EN 61008-1.

### **Embarrado**

El embarrado principal constará de tres barras por las fases y una, con la mitad de sección, por el neutro. La entrada del neutro tendrá que ser seccionable en la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga, y las intensidades de corto circuito que se especifican en la Memoria.

Se dispondrá de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro, y de los conductores de protección de los cables de salida si estuvieran.

### **Prensa estopas y etiquetas**

Los cuadros irán completamente conexionados hasta las regletas de entrada y salida.

Se colocarán prensa estopas en todas las entradas y salidas de cables del cuadro, las cuales serán de doble cierre por cables armados y sencillos por cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas estarán marcadas de manera indeleble y fácilmente legible.

## **Pliego de Condiciones**

En la parte frontal del cuadro se colocarán etiquetas identificando los circuitos, a base de placas de chapa de aluminio sujetos a los paneles frontales, imprimidas al horno, con fondo negro mate y letras y zonas estampadas en aluminio pulido.

El fabricante podrá adoptar cualquier solución por el material de las etiquetas, su apoyo e impresión, siempre y cuando sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, sean como sean, las etiquetas tendrán que poder leerse fácilmente y sin ningún problema.

### **SISTEMA DE DETECCIÓN DE ROBOS CON ALARMA**

Para poder ofrecer una alta fiabilidad y efectividad del sistema, se deben cumplir cada una de las siguientes instrucciones:

- 3 Colocar el dispositivo en un lugar fijo e inmóvil dentro del cargador, garantizando que no interfiera con los componentes eléctricos y electrónicos de la estación. La bocina debe ubicarse lo más cerca posible de la puerta del cargador para asegurar su máxima audibilidad.
- 4 Es responsabilidad del técnico instalador garantizar que el dispositivo se ubique de manera que no afecte a los componentes ya presentes de la propia estación de recarga, asegurando así la seguridad y funcionalidad del sistema.
- 5 Se deberá realizar las conexiones eléctricas según el plano de conexiones encontrado en los planos del correspondiente proyecto, asegurando que tanto los componentes como los cables estén bien protegidos y ordenados para evitar daños y desgaste.
- 6 Si por motivos de espacio el dispositivo no se pudiera dejar ajustado en su correspondiente caja estanca, se deberá comprobar que la estación cuenta con carril DIN y suficiente espacio, entonces sacar y colocar cada uno de los componentes bien acoplados a la estación de recarga.
- 7 Es requerido comprobar el correcto funcionamiento del sistema, asegurando que cumple así:
  - Correcta lectura de tensión por parte del microcontrolador.
  - El programa subido al Arduino Opta Lite cumple con cada una de las acciones requeridas.
  - La estación de recarga no da algún tipo de error inusual, tanto cargando como sin cargar.
  - La alarma funciona correctamente, la bocina se activa y se oye, monitoreo correcto, mensaje de alerta de robo al SAT y al cliente correspondiente y llamada a la policía.

### **INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA**

La aparatamenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se realizarán como mínimo los siguientes ensayos:

## Pliego de Condiciones

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor mínimo de 1.000 ohmios por voltio de tensión nominal, con un mínimo de 250.000 ohmios.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 V, con un mínimo de 1.500 V, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se colocará el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los aparatos funcionan correctamente.
- Se calibrarán y se ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la D.O., en presencia del técnico encargado de la misma.

Cuando se exijan los certificados del ensayo, el EIM enviará el protocolo de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la D.O.

### PUESTA A TIERRA

Las puestas a tierra se establecerán con el fin de limitar la tensión, que con respecto a tierra pueden presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurando la actuación de las protecciones y eliminar y disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

El conjunto de puesta a tierra de la instalación estará formado por:

Presas de tierra. Formadas por:

- Electrodo artificial, a base de placas enterradas de cacer con un grosor de 2 mm o de hierro galvanizado de 2,5 mm y de superficie útil de 0,5 m<sup>2</sup>; picas verticales de barras de cobre o de acero recubierto de cacer de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud; o conductores enterrados horizontalmente de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección o de acero galvanizado de 95 mm<sup>2</sup> de sección, enterrados a una profundidad de 50 cm. Los electrodos se dimensionarán de forma que la resistencia a tierra no pueda dar lugar a tensiones de contacto peligrosas, están su valor relacionado con la sensibilidad del interruptor diferencial.

R  $\Omega$  = 50/l, en locales secos.

R  $\Omega$  = 24/l, en locales húmedos o mojados.

- Línea de enlace con tierra, formado por un conductor de cobre desnudo enterrado de 35 mm<sup>2</sup> de sección.
- Punto de puesta a tierra, situado fuera del suelo, para unir la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra.

## Pliego de Condiciones

Línea principal de tierra, formado por un conductor el más corto posible y sin cambios bruscos de dirección, no sometido a esfuerzos mecánicos, protegido contra la corrosión y desgaste mecánico, con una sección mínima de 16 mm<sup>2</sup>.

Derivaciones de la línea principal de tierra, que enlaza estos con los cuadros de protección, ejecutada con las mismas características que la línea principal de tierra.

Conductores de protección, para unir eléctricamente las masas de la instalación a la línea principal de tierra. Esta unión se realizará en los bornes existentes en los cuadros de protección. Estos conductores serán del mismo tipo que los conductores activos, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla II de la instrucción ICT-BT-019, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie masas o elementos metálicos.

Tampoco se intercalarán seccionadores, fusibles o interruptores, únicamente se puede colocar un dispositivo de corte entre los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la presa de tierra.

El valor de la resistencia de tierra será comprobado en el momento de dar de alta la instalación y, al menos, una vez cada cinco años.

En caso de prever sobretensiones de origen atmosférico, la instalación tendrá que disponer de descargadores a tierra situados el más cerca posible de su origen. La línea de puesta a tierra de los descargadores tendrá que estar aislada y su resistencia a tierra tendrá un valor máximo de 10 ohmios.

## CONTROL

Se realizarán los análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experimentos con los materiales, elementos o partes de las instalaciones que ordene el Técnico Director de la misma, siendo realizados en el laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su utilización en la obra, montaje o instalaciones, todos los materiales a utilizar, sus características técnicas, así como las de su puesta en obra, que han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona que este delegue, sin la aprobación del cual no podrá procederse a su utilización.

Los que, por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se crean admisibles, tendrán que ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, desmontando, si fuera preciso, la instalaciones realizada con aquel material. Por lo tanto, la responsabilidad del Contratista en el cumplimiento con las especificaciones de los materiales no cesará hasta que no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan utilizados.

### **SEGURIDAD**

Se aplicará para realizar cualquier trabajo el especificado en el Estudio Básico de Seguridad de este proyecto, y en caso de no contemplar algún aspecto, se aplicará la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE.

### **LIMPIEZA**

Antes de la recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura y cualquier material que pudiera haber quedado acumulado en el decurso de la obra en su interior o exterior.

### **CRITERIOS De MEDICIÓN**

Las unidades de obra serán medidas de acuerdo con la normativa vigente, o bien, en caso de que esta no sea suficientemente explícita, en la forma indicada en el Pliego Particular de Condiciones que sea de aplicación. A las unidades medidas se les aplicará el precio que figure en el presupuesto, en los cuales se consideran incluidos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales que les corresponda.

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según el tipo y dimensiones.

En la medida se considerarán incluidos todos los accesorios necesarios por el montaje (grapasp, terminales, bornes, prensa estopas, cajas de derivación, etc), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción.

Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conectadas.

La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc) lo efectuará el suministrador del mismo aparato receptor.

El transporte de los materiales en el interior de la obra será a cargo de la empresa contratada.

### CT

#### **APARAMENTA A.T.**

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica y tipo "modular". De esta forma, en caso de avería, será posible retirar únicamente la celda dañada, sin necesidad de desaprovechar el resto de las funciones.

Utilizarán el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) como elemento de corte y extinción. El aislamiento integral en SF<sub>6</sub> confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro de transformación por efecto de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entrada de agua en el centro. El corte en SF<sub>6</sub> resulta también más seguro que el aire, debido a lo expuesto anteriormente.

Las celdas empleadas deberán permitir la extensibilidad in situ del centro de transformación, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

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

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra será un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra), asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y seccionador de puesta a tierra. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099. Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos:

- Compartimento de aparellaje. Estará relleno de SF<sub>6</sub> y sellado de por vida. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.
- Compartimento del juego de barras. Se compondrá de tres barras aisladas conexionadas mediante tornillos.

## Pliego de Condiciones

- Compartimento de conexión de cables. Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado. Las extremidades de los cables serán simplificadas para cables secos y termoretráctiles para cables de papel impregnado.
- Compartimento de mando. Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra motorizaciones, bobinas de cierre y/o apertura y contactos auxiliares si se requieren posteriormente.
- Compartimento de control. En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión, tanto en barras como en los cables.

Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de la tensión nominal ( $U_n$ ):

### $U_n \leq 20 \text{ kV}$

- Tensión asignada: 24 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
  - A tierra y entre fases: 50 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 60 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
  - A tierra y entre fases: 125 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 145 kV.

### $20 \text{ kV} < U_n \leq 30 \text{ kV}$

- Tensión asignada: 36 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
  - A tierra y entre fases: 70 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 80 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
  - A tierra y entre fases: 170 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 195 kV.

## TRANSFORMADORES

## **Pliego de Condiciones**

El transformador o transformadores serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario, refrigeración natural, en baño de aceite preferiblemente, con regulación de tensión primaria mediante conmutador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cables ni otras aberturas al resto del centro.

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo, y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

### **EQUIPOS DE MEDIDA**

Cuando el centro de transformación sea tipo "abonado", se instalará un equipo de medida compuesto por transformadores de medida, ubicados en una celda de medida de A.T., y un equipo de contadores de energía activa y reactiva, ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en ellas. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de las celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar, a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. serán las correctas.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente.

Los cables de los circuitos secundarios de medida estarán constituidos por conductores unipolares, de cobre de 1 kV de tensión nominal, del tipo no propagador de la llama, de polietileno reticulado o etileno-propileno, de 4 mm<sup>2</sup> de sección para el circuito de intensidad y para el neutro y de 2,5 mm<sup>2</sup> para el circuito de tensión. Estos cables irán instalados bajo tubos de acero (uno por circuito) de 36 mm de diámetro interior, cuyo recorrido será visible o registrable y lo más corto posible.

La tierra de los secundarios de los transformadores de tensión y de intensidad se llevarán directamente de cada transformador al punto de unión con la tierra para medida y de aquí se llevará, en un solo hilo, a la regleta de verificación.

La tierra de medida estará unida a la tierra del neutro de Baja Tensión constituyendo la tierra de servicio, que será independiente de la tierra de protección.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrán en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la compañía suministradora.

### **ACOMETIDAS SUBTERRÁNEAS.**

Los cables de alimentación subterránea entrarán en el centro, alcanzando la celda que corresponda, por un canal o tubo. Las secciones de estos canales y tubos permitirán la colocación de los cables con la mayor facilidad posible. Los tubos serán de superficie interna lisa, siendo su diámetro 1,6 veces el diámetro del cable como mínimo, y preferentemente de 15 cm. La disposición de los canales y tubos será tal que los radios de curvatura a que deban someterse los cables serán como mínimo igual a 10 veces su diámetro, con un mínimo de 0,60 m.

Después de colocados los cables se obstruirá el orificio de paso por un tapón al que, para evitar la entrada de roedores, se incorporarán materiales duros que no dañen el cable.

En el exterior del centro los cables estarán directamente enterrados, excepto si atraviesan otros locales, en cuyo caso se colocarán en tubos o canales. Se tomarán las medidas necesarias para asegurar en todo momento la protección mecánica de los cables, y su fácil identificación.

Los conductores de alta tensión y baja tensión estarán constituidos por cables unipolares de aluminio con aislamiento seco termoestable, y un nivel de aislamiento acorde a la tensión de servicio.

### **ALUMBRADO**

El alumbrado artificial, siempre obligatorio, será preferiblemente de incandescencia.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de manera que los aparatos de seccionamiento no queden en una zona de sombra; permitirán además la lectura correcta de los aparatos de medida. Se situarán de tal manera que la sustitución de lámparas pueda efectuarse sin necesidad de interrumpir la media tensión y sin peligro para el operario.

Los interruptores de alumbrado se situarán en la proximidad de las puertas de acceso.

La instalación para el servicio propio del CT llevará un interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA).

### **PUESTAS A TIERRA**

Las puestas a tierra se realizarán en la forma indicada en el proyecto, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación de circuitos, forma de constitución y valores deseados para las puestas a tierra.

#### Condiciones de los circuitos de puesta a tierra

- No se unirán al circuito de puesta a tierra las puertas de acceso y ventanas metálicas de ventilación del CT.

## **Pliego de Condiciones**

- La conexión del neutro a su toma se efectuará, siempre que sea posible, antes del dispositivo de seccionamiento B.T.
- En ninguno de los circuitos de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.
- Cada circuito de puesta a tierra llevará un borne para la medida de la resistencia de tierra, situado en un punto fácilmente accesible.
- Los circuitos de tierra se establecerán de manera que se eviten los deterioros debidos a acciones mecánicas, químicas o de otra índole.
- La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se efectuará de manera que no haya peligro de aflojarse o soltarse.
- Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua, en la que no podrán incluirse en serie las masas del centro. Siempre la conexión de las masas se efectuará por derivación.
- Los conductores de tierra enterrados serán de cobre, y su sección nunca será inferior a 50 mm<sup>2</sup>.
- Cuando la alimentación a un centro se efectúe por medio de cables subterráneos provistos de cubiertas metálicas, se asegurará la continuidad de éstas por medio de un conductor de cobre lo más corto posible, de sección no inferior a 50 mm<sup>2</sup>. La cubierta metálica se unirá al circuito de puesta a tierra de las masas.
- La continuidad eléctrica entre un punto cualquiera de la masa y el conductor de puesta a tierra, en el punto de penetración en el suelo, satisfará la condición de que la resistencia eléctrica correspondiente sea inferior a 0,4 ohmios.

### **NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.**

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

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

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

La admisión de materiales no se permitirá sin la previa aceptación por parte del director de Obra. En este sentido, se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el D.O., aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones. Para ello se tomarán como referencia las distintas Recomendaciones UNESA, Normas UNE, etc. que les sean de aplicación.

### **PRUEBAS REGLAMENTARIAS.**

## **Pliego de Condiciones**

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

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

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

Las pruebas y ensayos a que serán sometidas las celdas una vez terminadas su fabricación serán las siguientes:

- Prueba de operación mecánica.
- Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.
- Verificación de cableado.
- Ensayo de frecuencia industrial.
- Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control.
- Ensayo de onda de choque 1,2/50 ms.
- Verificación del grado de protección.

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

#### **PREVENCIONES GENERALES.**

Queda terminantemente prohibida la entrada en el local a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado de este se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.

Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".

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

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

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

Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.

Cada grupo de celdas llevará una placa de características con los siguientes datos:

- Nombre del fabricante.

- Tipo de aparamenta y número de fabricación.
- Año de fabricación.
- Tensión nominal.
- Intensidad nominal.
- Intensidad nominal de corta duración.
- Frecuencia industrial.

Junto al accionamiento de la aparamenta de las celdas se incorporarán, de forma gráfica y clara, las marcas e indicaciones necesarias para la correcta manipulación de dicha aparamenta.

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

### **PUESTA EN SERVICIO.**

Se conectarán primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

### **SEPARACIÓN DE SERVICIO.**

Se procederá en orden inverso al determinado en el apartado anterior, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

### **MANTENIMIENTO.**

El mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores, así como en las bornas de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la

## **Pliego de Condiciones**

limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Esta se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y teniendo muy presente que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

Si es necesario cambiar los fusibles, se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

La temperatura del líquido refrigerante no debe sobrepasar los 60 °C.

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

### **CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.**

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

- Autorización administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la compañía suministradora.

### **LIBRO DE ÓRDENES.**

Se dispondrá en el centro de transformación de un libro de órdenes, en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación, incluyendo cada visita, revisión, etc.

### **RECEPCIÓN DE LA OBRA.**

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la Obra. En la recepción de la instalación se incluirán los siguientes conceptos:

- Aislamiento. Consistirá en la medición de la resistencia de aislamiento del conjunto de la instalación y de los aparatos más importantes.

## **Pliego de Condiciones**

- Ensayo dieléctrico. Todo el material que forma parte del equipo eléctrico del centro deberá haber soportado por separado las tensiones de prueba a frecuencia industrial y a impulso tipo rayo.
- Instalación de puesta a tierra. Se comprobará la medida de las resistencias de tierra, las tensiones de contacto y de paso, la separación de los circuitos de tierra y el estado y resistencia de los circuitos de tierra.
- Regulación y protecciones. Se comprobará el buen estado de funcionamiento de los relés de protección y su correcta regulación, así como los calibres de los fusibles.
- Transformadores. Se medirá la acidez y rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores.

6. Mediciones y presupuesto

Nº	Descripción	Uds	Rendimiento	Precio unitario (€)	Importe (€)	Total (€)
<b>Centro de Transformación</b>						<b>78.556,36</b>
1.0	<b>Centro de transformación prefabricado</b>	Und	1	28.216,85	28.216,85	
	Centro de transformación prefabricado, monobloque, de hormigón armado, de 8080x2380x2780 mm, con la aparamenta necesaria, iluminación, 1 puerta para la compañía, 1 puerta para el abonado, malla de separación entre la compañía y el abonado y con una puerta para el transformador. Incluso transporte y descarga. Totalmente montado.					
1.1	<b>Transformador en baño de aceite.</b>	Und	1	11.511,52		
	Transformador trifásico en baño de aceite, con refrigeración natural, de 630 kVA de potencia, de 24 kV de tensión asignada, 20 kV de tensión del primario y 420 V de tensión del secundario en vacío, de 50 Hz de frecuencia, y grupo de conexión Dyn11. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación.					
1.2	<b>Celda de línea motorizada</b>	Und	2	5.340,96	10.681,92	
	Celda de línea de 36 kV de tensión asignada, motorizada, 630 A de intensidad nominal, 418x850x1740 mm, con aislamiento integral de SF6, formada por cuerpo metálico, encerrado de cocer e interruptor-seccionador tripolar rotativo de 3 posiciones conectado/seccionado/puesto en tierra. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación.					
1.3	<b>Celda de línea</b>	Und	1	4.316,14	4.316,14	
	Celda de línea, de 36 kV de tensión asignada, 630 A de intensidad nominal, 418x850x1740 mm, con aislamiento integral de SF6, formada por cuerpo metálico, encerrado de cocer e interruptor-seccionador tripolar rotativo de 3 posiciones conectado/seccionado/puesto en tierra. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación.					
1.4	<b>Celda de remonte</b>	Und	1	2.464,12	2.464,12	
	Celda de remonte, de 36 kV de tensión asignada, 368x831x1740 mm, formada por cuerpo metálico y encerrado de cocer. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación.					
1.5	<b>Celda de protección con interruptor automático</b>	Und	1	15.953,02	15.953,02	
	Celda de protección con interruptor automático, de 36 kV de tensión asignada, 630 A de intensidad nominal, 600x850x1740 mm, con aislamiento integral de SF6, formada por cuerpo metálico, encerrado de cocer, interruptor-seccionador tripolar de 3 posiciones conectado/seccionado/puesto en tierra. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación.					
1.6	<b>Celda de medida</b>	Und	1	9.308,08	9.308,08	
	Celda de medida, de 36 kV de tensión asignada, 1100x1160x1950 mm, formada por cuerpo metálico, encerrado de cocer y transformadores de medida. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación.					
1.7	<b>Celda de protección con fusible</b>	Und	1	5.663,99	5.663,99	
	Celda de protección con fusible, de 36 kV de tensión asignada, 480x1010x1740 mm, con aislamiento integral de SF6, formada por cuerpo metálico, encerrado de cocer, interruptor-seccionador tripolar rotativo de 3 posiciones conectado/seccionado/puesto en tierra y fusibles combinados. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación.					
1.8	<b>Puesta a tierra exterior</b>	Und	1	474,4	474,4	
	Tomada tierra exterior herramientas para el nuevo centro de Medida, incluye: 3 piquetas de 2.0 m. de longitud 14.6 mm. de diámetro; 6 grapas unión piqueta-cable Cu-Desnudo y anillo de Cu desnudo de 1x35 mm2 de sección, suministro y colocación en zanja existente.					

## Mediciones y Presupuesto

N°	Descripción	Uds	Rendimiento	Precio unitario (€)	Importe (€)	Total (€)
<b>Obra Civil de BT</b>						<b>6,014,345</b>
2.0	<b>Excavación de zanjas, con medios mecánicos</b>	m3	17,75	16,5	292,875	
	Excavación de zanjas en terreno de tránsito compacto, de hasta 2 m de profundidad máxima, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio no incluye el transporte de los materiales excavados.					
2.1	<b>Relleno de zanjas</b>	m3	17,75	6,52	115,73	
	Relleno de zanjas con tierra seleccionada procedente de la propia excavación, y compactación en tongadas sucesivas de 25 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 90% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.					
2.2	<b>Arqueta de conexión eléctrica</b>	Und	5	461,16	2305,8	
	Arqueta de obra con medidas interiores 600x600x1000 mm sin fondos con solera de graba. Incluye basamento y tapa de fundición tipo C250 600x600 mm					
2.3	<b>Base del punto de recarga</b>	Und	4	307,44	1229,76	
	Formación de basamento para punto de recarga, incluida excavación si es necesario, pernos de acero y dado de hormigón hm-25 de 1,00x0,80x0,35 m acabado con bordillo recto para integración con el entorno existente.					
2.4	<b>Bolardo protector</b>	Und	8	81,98	655,84	
	Pilona de acero con protección antioxidante y esmalte de color negro forjado, de forma cilíndrica, de 1100 mm de altura y 85 mm de diámetro, para empotrar, incluido excavación, fundamentación y colocación.					
2.5	<b>Armario de distribución, modular</b>	Und	1	1414,34	1414,34	
	Armario de distribución metálico, de superficie, con puerta ciega, grado de protección IP40, aislamiento clase II, de 1650x1000x250 mm.					
<b>Instalación Eléctrica de BT</b>						<b>43.583,27</b>
3.0	<b>Línea General de Alimentación 4x240+1G120 mm<sup>2</sup></b>	m	22.5	239,15	5.381	
	Línea general de alimentación enterrada formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x240+1G120 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de polietileno de doble pared, de 200 mm de diámetro.					
3.1	<b>Línea Derivación Individual 4x70+1G35 mm<sup>2</sup></b>	m	58.5	87,37	5.111	
	Derivación individual trifásica enterrada, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x70+1G35 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de polietileno de doble pared, de 125 mm de diámetro.					
3.2	<b>Cuadro Baja Tensión CT (CBTA M13 800 CM 4P R1 ST)</b>	Und	1	3.335,24	3.335,24	
	Cuadro marca "Pronutec" *CBTA M13 630 CM 4P ST con interruptor automático de 800 A y 1 salida trifásica hasta 800 A / 380 V. Para salida a 380 V. Con protección diferencial + toroidal + protección de sobretensiones.					

## Mediciones y Presupuesto

Nº	Descripción	Uds	Rendimiento	Precio unitario (€)	Importe (€)	Total (€)
3.3	<b>Interruptor Automático 800 A</b>	Und	1	5988,42	5988,42	
	Interruptor automático, electromecánico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 800 A, poder de corte 50 kA a 400 V, ajuste térmico entre 0,8 y 1 x In.					
3.4	<b>Interruptor Automático 250 A</b>	Und	4	4150,59	16602,36	
	Interruptor automático fijo completo de 4 polos 3 relés diseñado para optimizar el espacio y el poder de corte. Es una opción óptima para todas las aplicaciones estándar y específicas. El poder de corte (Icu) es de 36 kA rms a 415 V CA 50/60Hz. La tensión de funcionamiento es 690VAC 50 / 60Hz. Este producto incorpora una unidad de control magnetotérmica (TMD) de calibre 250 A.					
3.5	<b>Transformador Diferencial Toroidal. Ø 120 mm</b>	Und	4	842,03	3368,12	
	Transformador diferencial toroidal con un diámetro de 120 mm, diseñado para la detección precisa de corrientes de fuga a tierra. Ideal para su integración en sistemas de protección eléctrica, garantizando una alta fiabilidad en la detección de fallos de aislamiento. Es compatible con diversos relés de protección, proporcionando una solución efectiva para la seguridad eléctrica en instalaciones industriales y comerciales.					
3.6	<b>Relé Diferencial 300 mA</b>	Und	4	566,96	2267,84	
	Relé de protección contra fugas a tierra modelo RH10M, con una sensibilidad de 300 mA y una capacidad de operación en sistemas de hasta 415 V. Diseñado para detectar y responder a fallas de aislamiento, asegurando la seguridad eléctrica en instalaciones industriales y comerciales					
3.7	<b>Limitador de sobretensiones transitorias</b>	Und	1	996,79	996,79	
	Dispositivo limitador de sobretensiones transitorias tipo 2, modelo Acti9 iPRD65r, diseñado para proteger instalaciones eléctricas de picos de tensión. Configuración de 3 polos + neutro (3PN) con capacidad de descarga de 65 kA.					
3.8	<b>Modem Router Externo</b>	Und	4	133,1	532,4	
	Router 4G LTE industrial con 2 puertos Ethernet 10/100M, WiFi, DIO y backup sobre WAN RJ45. Incluye 2 antenas LTE y una WiFi y alimentador externo.					
3.9	<b>Sistema de detección de robos + alarma</b>	Und	4 (confidencial)		(confidencial)	
	Arduino OPTA Lite, Bocina, Fuente de Alimentación 12 V , Caja Estanca 150 x 110, Bornes de Raíl Rápido, Cable Ethernet, otros. Se incluye en el precio los costes de instalación, monitoreo y mantenimiento.					
<b>Estaciones de recarga</b>						<b>143.779,12</b>
4.0	<b>EdRUR 120 Duo DC120kW CCS300A-CCS 300A</b>	Und	4	35.944.78	143779.12	
<b>Pintura y señalización</b>						<b>3.689,28</b>
5.0	<b>Pintado de plaza por vehículo eléctrico.</b>	Und	8	461,16	3689.28	
	Incluye: - Pintado de faja de 15 cm de anchura sobre pavimento. - Pintado manual de símbolo de vehículo eléctrico. - Pintado de plaza para turismo. - Pintura plástica en frío de dos componentes y reflectantes.					
<b>Seguridad y salud</b>						<b>3.993,37</b>
6.0	Seguridad y Salud	Und	1	3993,37	3993,37	

**6.1 Resumen del presupuesto**

Capítulo	Importe (€)
Centro de Transformación	78.556,36
Obra Civil de BT	6.014,35
Instalación Eléctrica BT	43.583,27
Estaciones de Recarga	143.779,12
Pintura y señalización	3.689,28
Seguridad y Salud	3.993,37
<b>Total Ejecución Material</b>	<b>279.615,75</b>
Beneficio Industrial (6%)	16.776,95
Costes Generales (13%)	36.350,04
<b>Presupuesto Total</b>	<b>332.742,75</b>

El total del presupuesto para la ejecución del presente proyecto asciende a **TRESCIENTOS TREINTA Y DOS MIL SETECIENTOS CUARENTA Y DOS EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS.**

# 7. Documentación del prototipo del sistema de detección de robos con alarma para mangueras CCS

## 7.1 Introducción

### 7.1.1 Descripción del proyecto

El siguiente proyecto consiste en el desarrollo del prototipo de un sistema de alarma antirrobo para las mangueras conocidas como CCS (Combined Charging System) o Combo, las cuales se encuentran en los cargadores rápidos y ultrarrápidos de vehículos eléctricos (EV). El sistema activa una alarma y envía notificaciones en tiempo real a los operadores o propietarios de la estación de recarga en caso de detectar un corte en la manguera debido a un robo o una manipulación indebida de las mangueras CCS. El siguiente sistema está principalmente diseñado para ser efectivo, confiable y adaptable a una variedad de condiciones ambientales.

### 7.1.2 Objetivos del proyecto

El objetivo principal de este proyecto es el desarrollo de un dispositivo de seguridad que:

- Detecte cualquier intento de corte de las mangueras CCS.
- Active una alarma sonora para disuadir a los potenciales ladrones
- Se pueda monitorizar en tiempo real, estado del sistema, activar y desactivar, etc.
- Sea compatible para prácticamente todas las estaciones de recarga con mangueras CCS.
- No interfiera en el proceso de recarga de los vehículos eléctricos.
- La integración del dispositivo en el cargador sea “fácil” y no requiera altos tiempos de instalación para los técnicos.
- Que tenga un bajo coste de producción.

### 7.1.3 Contexto, Necesidad y Motivación del Proyecto

#### Contexto

El aumento en el uso de vehículos eléctricos ha provocado un crecimiento significativo de la infraestructura de carga, las necesidades de suministro de energía en tiempos cada vez más cortos, ha supuesto un aumento de las estaciones de recarga rápida y ultrarrápida. Estos cargadores incluyen mangueras CCS/Combo, lo cual permiten una transferencia rápida en corriente continua a los vehículos eléctricos. Además, el sistema CCS es el modelo estándar europeo y el más utilizado para la carga rápida en el territorio europeo. Sin embargo, estas mangueras al encontrarse en a la intemperie se han convertido en objetos comunes de robo y vandalismo debido a su alto costo de venta, pero el principal interés de los ladrones de

mangueras es el cobre que se encuentra dentro de ellas, ya que el aumento de precio de este material está haciendo que se incrementen aún más las cifras de robo.

### **Necesidad**

El robo de mangueras CCS no solo hace que los operadores de estaciones de carga tengan grandes pérdidas financieras, sino que también afecta negativamente a los usuarios de vehículos eléctricos, quienes dependen de que estos cargadores estén disponibles y funcionen adecuadamente para sus necesidades de carga diarias. Sumado a que muchos posibles clientes se resisten a la compra de puntos de recarga porque temen el robo de las mangueras, añadir que el coste que este tipo de mangueras dependiendo de la calidad, potencia y tipo de refrigeración puede estar entre los 1000 € y 6000 €, lo cual retrasa el crecimiento de la necesaria infraestructura de recarga. Como respuesta a este problema, se vuelve necesario el desarrollo de un sistema disuasorio eficaz que proteja las mangueras CCS y garantice la continuidad del servicio de carga.

### **Motivación**

La principal motivación de proporcionar una solución de seguridad robusta y asequible que no solo proteja las mangueras CCS, sino que también sea fácil de implementar y mantener es lo que impulso el proyecto. Este sistema de alarma antirrobo tiene como objetivo disminuir los incidentes de robo, reducir los costes de remplazo y aumentar la confianza de los usuarios en la infraestructura de carga de vehículos eléctricos. Además, añadir el interés en el incentivo a los nuevos y actuales clientes a seguir comprando puntos de recarga y asegurarse de que sus instalaciones estén seguras contra el robo de mangueras.

## **7.2 Diseño y Desarrollo del Prototipo**

### **7.2.1 Necesidades de funcionamiento del sistema**

Antes de comenzar a diseñar el prototipo del sistema de alarma antirrobo es fundamental ver las necesidades que se tendrán que contemplar para el funcionamiento de este. A continuación, se muestran los requisitos del sistema:

#### **Requisitos del Sistema:**

- 1 Detección inmediata del corte de la manguera:** El sistema debe ser capaz de detectar el corte inmediato de las mangueras CCS, para poder realizar el disparo de la alarma y la notificación requerida.
- 2 Actuación de la alarma:** En cualquier situación de activación de la alarma, es requerido una señal sonora de alarma que sea claramente perceptible para que las personas cercanas se percaten que está habiendo un intento de robo.

- 3 **Adaptación temporal:** Es necesario que el dispositivo sea capaz de adaptarse a cualquier estado medioambiental y de temperatura.
- 4 **Necesidad de envío de datos:** El sistema sea capaz de enviar de algún modo datos ya sea por conexión interna por medio de un modem interno o que sea capaz de conectarse a un modem externo por wifi o por cable de ethernet.
- 5 **Monitoreo de la activación:** Que el prototipo implemente el monitoreo de la alarma mediante la página web de Etecnic.net, donde se visualizará si la alarma está conectada correctamente, si en el momento está siendo activada, poder ver la fecha y hora de la última vez que se disparó y poder desactivarla de forma manual desde la web.
- 6 **Sistema que no afecte a la recarga de los vehículos:** Es necesario que el producto desarrollado no afecte de manera directa ni indirecta a la recarga de los vehículos.
- 7 **Sistema funcional sin abrir manguera:** El nuevo sistema debe ser capaz de hacer su función sin tener que abrir la manguera por dentro, ya que eso haría que se perdiera la garantía del fabricante
- 8 **Sistema en el interior del cargador:** El sistema adoptado se encuentre por dentro del cargador y no por la parte de fuera en la intemperie.
- 9 **Sistema universal:** Deberá ser una solución que funcione con prácticamente en todas las estaciones de recarga que cuenten con CCS2.
- 10 **Capacidad de reinicio:** Por si acaso la alarma saltara por algún supuesto error que pueda haber, que el sistema tenga la capacidad de reiniciarse sin que un técnico tenga que intervenir en el cargador.

### 7.2.2 *Hipótesis y Soluciones*

CONFIDENCIAL

### 7.2.3 *Solución Etapa Inicial*

CONFIDENCIAL

## 7.3 **Diseño y desarrollo del primer prototipo con Arduino**

### 7.3.1 *¿Por qué Arduino?*

CONFIDENCIAL

### 7.3.2 *Hardware*

CONFIDENCIAL

### 7.3.3 *Ventajas e inconvenientes del primer prototipo*

CONFIDENCIAL

## **7.4 Desarrollo del prototipo final con PLC**

### **7.4.1 *Solución Etapa Final***

CONFIDENCIAL

### **7.4.2 *Nuevos componentes y justificación***

CONFIDENCIAL

### **7.4.3 *Precio de material***

CONFIDENCIAL

## **7.5 Integración del dispositivo en los cargadores**

CONFIDENCIAL

## **7.6 Resultados y Conclusiones Finales**

CONFIDENCIAL

### **7.6.1 *Evaluación del sistema antirrobo creado***

Para poder garantizar que el sistema de detección de robo con alarma desarrollado cumpliera con todos los requisitos iniciales del proyecto, se realizaron pruebas exhaustivas. En primer lugar, el sistema demostró ser capaz de detectar cualquier corte de manera inmediata, lo que activa efectivamente la alarma sonora y tanto la correspondiente llamada como el correo de aviso en todas las situaciones de intento de robo. El sistema funciona de manera estable tanto si el cargador se encuentra en el interior como en el exterior, es decir, las condiciones ambientales y de temperatura no serán un inconveniente. Además, la integración con la página web de Etecnic.net permitió a los operadores poder monitorear continuamente el estado del sistema, lo que les permitió ver en tiempo real la correcta conexión de la alarma, así como la fecha y hora de la última activación para poder tener un registro de activaciones. Por otro lado, durante las condiciones normales de funcionamiento del cargador no se detectó ninguna anomalía o defecto en el proceso de carga del usuario. El diseño de este sistema preserva la garantía del fabricante al permitir la operación e integración de esta sin realizar ninguna modificación considerable tanto en la manguera como en la propia estación de recarga. Finalmente añadir que el sistema tiene la capacidad de instalarse en muchos de los cargadores que se encuentran en el mercado, como puede ser Ingeteam, Lafon, EVBox, Kempower etc.











REQUISITOS DEL SISTEMA	¿CUMPLE EL REQUERIMIENTO?
Detección inmediata del corte de la manguera	
Actuación de la alarma	
Adaptación temporal	
Necesidad de envío de datos	
Monitoreo de la activación	
Sistema que no afecte a la recarga de los vehículos	
Sistema funcional sin abrir manguera	
Sistema en el interior del cargador	
Sistema universal	
Capacidad de reinicio	

Tabla 2: Validación del Sistema

Podemos afirmar que el sistema cumple satisfactoriamente con todos los requisitos técnicos y funcionales establecidos al inicio del proyecto.

### 7.6.2 Implicaciones prácticas y contribución al campo de la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos

La creación de este nuevo sistema de detección de robos con alarma para las mangueras CCS, beneficiara significativamente a la industria de la movilidad eléctrica. En primer lugar, este sistema mejorará considerablemente la seguridad de los puntos de recarga, a causa de que al producirse el corte de alguna de las mangueras se produzca el sonido de la alarma y se notifique a la policía, de alguna manera se desincentiva a los malhechores, quienes se tendrán que reconsiderar el intento de corte de estas. Esto hará que se reduzca la tan alta incidencia de robos y vandalismo que no para de aumentar día a día, lo cual es crucial dada la creciente preocupación. Asegurando la confianza de los usuarios y potenciales clientes que apuesten por la movilidad eléctrica, contribuyendo así a la expansión de la infraestructura de recarga. Esto será un gran avance debido a que nos encontramos actualmente con la necesidad de aumentar la infraestructura de carga.

### **7.6.3 Contribuciones al campo de la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos**

Este nuevo sistema no solo mejora la seguridad de los puntos de recarga, sino que también representa un avance tecnológico en la infraestructura de recarga. Al incorporarse este sistema, se eleva el estándar de seguridad en las estaciones de carga, lo cual hace que sea un factor decisivo para la adopción masiva de vehículos eléctricos. Esta innovación fomenta una mayor confianza en la infraestructura pública y facilita una adopción más rápida y sostenida de la movilidad eléctrica. Además, al reducir las incidencias de vandalismo y robos se disminuyen los costos de mantenimiento y remplazo de los equipos, lo cual conduce a ser una operación más eficiente y rentable de las estaciones de recarga.

### **7.6.4 Vías de trabajo futuras**

A pesar de ser que nuestra solución, aborda varios problemas actuales, siempre se puede ir mejorando. Una posible vía de trabajo futura sería el desarrollo de métodos avanzados y acceso seguro para los usuarios, asegurando que solamente los vehículos autorizados puedan utilizar y manipular las estaciones de carga. Para mejorar la resiliencia y durabilidad de las mangueras ante el vandalismo, se podría investigar también tecnología que incorpore el uso de la inteligencia artificial para anticipar y prevenir posibles eventos de seguridad también podría ser una mejora significativa. Finalmente, una forma prometedora de continuar mejorando la infraestructura sería seguir mejorando la eficacia de las medidas disuasión y optimizar la respuesta ante alarmas mediante la colaboración con las autoridades locales y las fuerzas de seguridad.