

MEMORIA Y SUS ANEJOS.

ANEJO N° 16: MEDIA TENSIÓN

INDICE:

MEMORIA.....	3	6.3.3. Tierras interiores	9
1.- PETICIONARIO	3	6.4. Instalaciones Secundarias.....	9
2.- OBJETO DEL PROYECTO.....	3	6.4.1. Alumbrado	9
3.-REGLAMENTACIÓN A APLICAR.....	3	6.4.2. Protección contra incendios	9
4.-PROCEDENCIA DE LA ENERGÍA	3	6.4.3. Ventilación	9
5.-RED DE MEDIA TENSIÓN	3	6.4.4. Medidas de seguridad.....	10
5.1.-Líneas.....	3	7. PREVISIÓN DE POTENCIA EN LA ZONA DE ACTUACIÓN.....	10
5.2.-Protección y seccionamiento.....	4	CÁLCULOS.....	28
5.3.-Conductor	4	PLIEGO DE CONDICIONES.....	68
5.4.-Tubos.....	4		
5.5.-Zanja y señalización	4		
5.6.-Arquetas	4		
5.7.-Cruzamientos y casos especiales	4		
6.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	5		
6.1. Obra Civil	5		
6.1.1 Local.....	5		
6.2. Instalación Eléctrica	7		
6.2.1. Características de la Red de Alimentación.....	7		
6.2.2. Características de la Aparamenta de Alta Tensión	7		
6.2.3. Características material vario del Alta Tensión	8		
6.2.4. Características de la aparamenta de Baja Tensión.....	8		
6.3. Puesta a tierra.....	9		
6.3.1. Tierra de protección	9		
6.3.2. Tierra de servicio	9		

MEMORIA

1.- PETICIONARIO

Se redacta el presente proyecto por encargo de LA JUNTA DE COMPENSACION MONTESOL III, como propietaria del SECTOR S.U.P.-1.05 b.

2.- OBJETO DEL PROYECTO

Es objeto del proyecto el estudio de las instalaciones necesarias para dotar a la Urbanización Montesol III DEL SECTOR S.U.P.-1.05 b, de Cáceres, del preciso suministro de energía eléctrica; comprende las siguientes instalaciones:

- Red de Media Tensión.
 - Desvío línea de MT – Iberdrola
 - -Red de MT Iberdrola para dar servicio a 2 CT
 - Red de MT E.Pitarch para dar servicio a 4CT
- Centros de Transformación.
 - 2 CT de la red de MT de Iberdrola Distribución
 - 4 CT de la red de MT de E.Pitarch.

Este Proyecto se considera como anexo al Proyecto de urbanización de la mencionada Urbanización.

3.-REGLAMENTACIÓN A APLICAR

- Reglamento de líneas de Media Tensión.
- Reglamento de Estaciones Transformadoras de Energía.
- Reglamento de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias al mismo.
- Normas del Excmo. Ayuntamiento de Cáceres en materia de Alumbrado Público y previsión de potencia en superficies dotacionales.
- Normas aprobadas de la Cía. Suministradora IBERDROLA Y ELECTRICAS PITARCH.

4.-PROCEDENCIA DE LA ENERGÍA

La energía se tomará en M.T. a 20 KV en los puntos de conexión dados por las dos compañías distribuidoras que darán servicio a la urbanización , la zona de Iberdrola se tomara desde la línea que une el CT5 –Montesol- II, con el CT6 –Montesol -II, en dicha línea se llevará el doble circuito para el bucle de los dos centros de transformación de la zona de Iberdrola en la nueva urbanización, por otro lado existe una línea actualmente de Iberdrola que cruza las parcelas por las que se crea la nueva urbanización por lo que dicha línea se procederá a su desvío con una línea subterránea desde la torre existente junto al CT5 de Montesol –II la cual se procederá a desmontar y se realizara un empalme en dicha línea , dicho empalme se realizara por la compañía Distribuidora ya que la línea a desviar esta en servicio y es de su propiedad por lo que dichos trabajos solo los podrán realizar ellos , y discurrirá según los planos por terrenos públicos hasta que pasa la nueva urbanización , volviendo a pasar de subterráneo a aéreo en un nuevo apoyo a colocar por la compañía distribuidora para seguir dando servicio la línea denominada “El Muelo”.

Por otro lado en la nueva urbanización también coincide otra empresa distribuidora la cual también dara suministro a parte de la urbanización , la cual alimentará 4 centros de transformación unidos también mediante un bucle con inicio en la línea Casar de Cáceres-Montesol 1, recorrerá los cuatro centros según planos y terminara en el centro de transformación existente junto a la nueva urbanización denominado CT Montesol 1 ,los Centros de transformación sobre los que la empresa suministradora llevará líneas de alimentación.

5.-RED DE MEDIA TENSIÓN

5.1.-LÍNEAS

Las líneas irán uniendo todos los centros de transformación de la urbanización, de cada una de las compañías.

Iberdrola- La línea de doble circuito partirá de la línea que une el CT-5 MONTESOL II CON EL CT-6 MONTESOL II , abriendo dicha línea para abrir el bucle del Montesol II e incorporar el nuevo bucle del Montesol III que nos ocupa, el empalme se realizara en la esquina de la Calle Las Aguilas con Calle Los Halcones por donde transcurre la línea de media tensión anteriormente mencionada la cual es el punto de enganche proporcionado por la compañía distribuidora y

conectar en ella el doble circuito que alimentara los dos centros de transformación de nueva creación para la nueva urbanización Montesol III .

Desvío Línea MT Ibedrola- En la actualidad en los terrenos donde se va a ejecutar la nueva urbanización Montesol III, existe una línea de MT que une la Finca el Muelo con el Montesol II y es un circuito de Realimentación , por lo que según se acuerda con la Compañía distribuidora , se procederá al desvío de la línea actual , y se para ello se realizará un empalme en la apoyo actual junto al CT 5 Montesol , al cual llega la línea subterránea desde el CT 5 y se empalmara con la nueva línea del desvío el cual discurrirá por terrenos públicos hasta llegar a la nueva rotonda a construir en la ronda norte y cruzaremos hasta la nueva urbanización Montesol III atravesando por la Av. Principal hasta estar fuera de los límites de la parcela y volver a conectar con el nuevo apoyo a intercalar en la línea actual que da servicio a la finca El Muelo , procediendo en la nueva torre a pasar de la red subterránea con sus respectivos terminales de exterior y conectar con la línea aérea , es decir paso de subterráneo a aéreo mediante nuevo apoyo a colocar por compañía distribuidora y conectara la línea subterránea que cruza la urbanización para su desvío y así poder eliminar dicha línea aérea de la nueva urbanización Montesol III.

ELECTRICAS PITARCH. En la actualidad existe una línea que cruza la parcela de la futura urbanización la cual se procederá a soterrarla y realizar un bucle a través de los cuatro centros de transformación nuevos a colocar en la urbanización para la distribuidora , una vez pase de aéreo a subterráneo entrara en la urbanización con una línea de subterránea que dara servicio en primer lugar al ct-3 del Montesol III , continuara dando servicio al ct 4 Montesol III , saliendo del mismo y dando servicio al ct 5 y ct 6 saliendo de este ultimo la línea subterránea en dirección al Montesol 1 ct 19-25 donde cerrara el bucle de la nueva urbanización .

5.2.-PROTECCIÓN Y SECCIONAMIENTO

Estas líneas estarán protegidas mediante interruptores automáticos colocados en la Subestación de Cáceres str-1 y se seccionarán mediante celdas de línea, tipo cosmos de Ormazábal, cuyas características se especifican en el apartado de “Centro de Transformación”.

5.3.-CONDUCTOR

HEPRZ1 12/20 KV	
PESO	1.776 Kg/Km
DIÁMETRO	39.2 mm
RESISTENCIA MÁXIMA	0.158 Ohm/Km
REACTANCIA MÁXIMA	0.101 Ohm/Km

5.4.-TUBOS

Los conductores irán alojados en el interior de tubos de polietileno de doble capa de 160 mm de diámetro.

5.5.-ZANJA Y SEÑALIZACIÓN

Los tubos irán colocados en una zanja de 1.10x0.6., sobre lecho de arena lavada de rio; se recubrirán con una capa de arena del mismo tipo sobre ésta se colocará una protección cerámica a base de teja árabe o ladrillo, procediéndose a continuación a rellenar la zanja con el material sobrante; este relleno se compactará por tongadas de 30 cm.
A unos 20 cm. de profundidad en la zanja antes dicha, se colocará una cinta de plástico de color amarillo con inscripciones de aviso de presencia de conductores eléctricos.

5.6.-ARQUETAS

Al no ser el trazado completamente recto, en los cambios de se dispondrán de arquetas de registro, estas arquetas tendrán forma troncocónica y serán realizadas con ladrillo perforado de ½ pie, cogidos con mortero de cemento 1:6 y enfoscado en su interior, con tapa de fundición de hierro.

5.7.-CRUZAMIENTOS Y CASOS ESPECIALES

En los cruces de calzada o en cruces especiales el cable o cables irán alojados en tubos adecuados de fibrocemento, gres, PVC, etc., de superficie interna lisa, siendo su diámetro doble del diámetro del cable o de la terna de cables y de 15 cm. como mínimo.

Los cruces especiales en vía férrea, cursos de agua u otros servicios, serán objeto de un cuidadoso estudio que garantice una perfecta seguridad para el cable.

Cuando una canalización discurra paralelamente a conducciones de otros servicios (agua, gas, teléfonos, telecomunicaciones, vapor, etc.) se guardará una distancia mínimo de 50 cm. y lo indicado en la instrucción MI.BT 006.

Los cruces con otros servicios, la distancia será de 20 cm.

Cuando en una misma zanja coincidan más de un cable, la distancia entre los mazos que forman cada terna de cable será como mínimo de 0.20 m.

En los cruces de calzada, las zanjas se hormigonarán en su totalidad, dejando exclusivamente los 10 cm. finales para rematarlos con el mismo tipo de firme que exista.

6.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Los centros de transformación objetos del presente proyecto serán de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según norma UNE-20099.

CARÁCTERÍSTICAS CELDAS SM6

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

Responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099.

Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

- Compartimento de aparellaje.
- Compartimento del juego de barras.
- Compartimento de conexión de cables.

- Compartimento de mando.
- Compartimento de control.

6.1 OBRA CIVIL

6.1.1 LOCAL

Los Centros estarán ubicados en una caseta independiente destinada únicamente a esta finalidad.

La caseta será de construcción prefabricada de hormigón tipo pfu-5 con una puerta peatonal de Ormazábal ó similar, de dimensiones 7.020x2.500 y altura útil 3.300mm., cuyas características se describen en el siguiente apartado de esta memoria.

El acceso al Centro estará restringido al personal de la Compañía Eléctrica suministradora. El Centro dispondrá de una puerta peatonal cuya cerradura estará normalizada por la Cía. Eléctrica.

6.1.2 Características del local.

Se tratará de una construcción prefabricada de hormigón COMPACTO modelo PFU-5 T2 de Ormazábal ó similar

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

COMPACTIDAD

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

- Calidad en el origen.
- Reducción del tiempo de instalación.
- Posibilidad de posteriores traslados.

FACILIDAD DE INSTALACIÓN

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

MATERIAL

El material empleado en la fabricación de las piezas (bases, paredes y techos) hormigón armado. Con la justa dosificación y el vibrado adecuado se conseguirán unas características óptimas de resistencia (superior a 250 kg/cm² a los 28 días de su fabricación) y una perfecta impermeabilización.

EQUIPOTENCIALIDAD

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

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

IMPERMEABILIDAD

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

GRADOS DE PROTECCIÓN

Serán conformes a la UNE 20324/89 de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será de IP239, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será de IP339.

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

ENVOLVENTE

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

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

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

SUELOS

Estarán constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado apoyados en un extremo sobre unos soportes metálicos en forma de U, los cuales constituirán los huecos que permitirán la conexión de cables en las celdas. Los huecos que no queden cubiertos por las celdas o cuadros eléctricos se taparán con unas placas fabricadas para tal efecto. En la parte frontal se dispondrán unas placas de peso reducido que permitirán el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables.

CUBA DE RECOGIDA DE ACEITE

La cuba de recogida de aceite se integrará en el propio diseño del hormigón. Tendrá una capacidad de 760 litros, estando así diseñada para recoger en su interior todo el aceite del transformador sin que éste se derrame por la base.

En la parte superior irá dispuesta una bandeja apagafuegos de acero galvanizado perforada y cubierta por grava.

PUERTAS Y REJILLAS DE VENTILACIÓN

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

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

6.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

6.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterráneo a una tensión de 15 kV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 500 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

6.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN

CARACTERÍSTICAS GENERALES CELDAS SM6

- Tensión asignada: 24kV
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
 - a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 50 kV ef.
 - a impulso tipo rayo: 125kV cresta.
- Intensidad asignada en funciones de línea: 400 A
- Intensidad asignada en interrup. automát. 400 A
- Intensidad asignada en ruptofusibles. 200 A
- Intensidad nominal admisible de corta duración:
 - durante 1 segundo 16 kA ef.
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible: 40 kA cresta, es decir, 2.5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración.
- Grado de protección de la envolvente: IP307 según UNE 20324-94

- Puesta a tierra.

El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE 20.099, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.

- Embarrado.

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

CELDA DE ENTRADA Y SALIDA.

Celda de línea modelo SM6, tipo SIM16, de dimensiones : 375 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

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

Estas celdas estarán preparadas para una conexión de cable seco monofásico de sección máxima de 240 mm².

CELDA DE PROTECCIÓN DEL TRANSFORMADOR.

Celda de protección con interruptor y fusibles combinados modelo SM6, tipo SQM16 200 A, de dimensiones: 375 mm. de anchura , 940 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juego de barras tripolar In=400 A.
- Interruptor-seccionador en SF6, 400 A, 24 kV.
- Tres cortacircuitos fusibles de alto poder de ruptura y baja disipación térmica tipo MESA CF, de 24 kV, y calibre 40 A.
- Seccionador de puesta a tierra de doble brazo (aguas arriba y aguas bajo de los fusibles).
- Señalización mecánica fusión fusible.
- Indicadores de presencia de tensión con lámparas.
- Preparada para conexión inferior de cable unipolar seco.
- Embarrado de puesta a tierra.

TRANSFORMADOR

Será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 20 kV y la tensión a la salida en carga de 400 V entre fases y neutro.

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural, marca merlin guerin o similar, en baño de aceite mineral.

La tecnología empleada será la de llenado integral con el fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNESA 5201D y a las normas particulares de la compañía suministradora, siendo las siguientes:

- Potencia nominal: 630kVA.
- Tensión nominal primaria: 20.000 V.
- Regulación en el primario: +/-2.5%+/-5%.
- Tensión nominal secundaria en vacío: 420 V.
- Tensión de cortocircuito: 4%.
- Grupo de conexión: Dy11.
- Nivel de aislamiento
 - Tensión de ensayo a onda de choque 1.2/50 s 125 kV.
 - Tensión de ensayo a 50 Hz 1 min. 50kV.

CONEXIÓN EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN:

Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco, aislamiento 12/20 kV de 95 mm² en el AI con cubierta especial RHV y con sus correspondientes elementos de conexión

CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN:

Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RV, aislamiento 0.6/1 kV, de 3x240 mm² Cu para las fases y de 2x240 mm² Cu para el neutro.

6.2.3. CARACTERÍSTICAS MATERIAL VARIO DEL ALTA TENSIÓN

EMBARRADO GENERAL CELDAS SM6.

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

PIEZAS DE CONEXIÓN DELDAS SM6

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

6.2.4. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN

Las salidas de Baja Tensión del Centro de Transformación irán protegidas con Cuadros Modulares de Distribución en Baja Tensión de Merlin Gerin y características según se definen en la Recomendación UNESA 6302B.

Dichos cuadros deberán estar homologados por la Compañía Eléctrica suministradora y sus elementos principales se describen a continuación:

- Unidad funcional de embarrado: constituida por dos tipos de barras verticales de llegada, que tendrán como misión la conexión eléctrica entre los conductores procedentes del transformador y el embarrado horizontal: y barras horizontales o repartidoras que tendrán como misión el paso de la energía procedente de las barras verticales para ser distribuida en las diferentes salidas. La intensidad nominal de cada una de las salidas será de 400 Amperios.
- Unidad funcional de seccionamiento: constituida por cuatro conexiones de pletinas deslizantes que podrán ser maniobradas fácil e independientemente con una sola herramienta aislada.
- Unidad funcional de protección: constituida por un sistema de protección formado por bases tripolares verticales con cortacircuitos fusibles.

- Unidad funcional de control: estará situada en la parte superior del módulo de acometida y los aparatos que contenga así como su disposición deberán ser los homologados por la Compañía Eléctrica.

6.3. PUESTA A TIERRA

6.3.1. TIERRA DE PROTECCIÓN

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

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

6.3.2. TIERRA DE SERVICIO

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

6.3.3. TIERRAS INTERIORES

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

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50. mm² de Cu desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado 6.1.4.1. e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm² de Cu aislado formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado 6.4.2. e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

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

6.4. INSTALACIONES SECUNDARIAS

6.4.1. ALUMBRADO

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

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

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

6.4.2. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Se instalará un extintor de eficacia 89-B.

6.4.3. VENTILACIÓN

La ventilación del centro de transformación se realizará de modo natural mediante las rejillas de entrada y de aire dispuestas para tal efecto, siendo la superficie mínima de la rejilla de entrada de aire en función de la potencia del mismo según se relaciona.

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

Potencia del transformador (kVA)	Superficie de la reja mínima(m2)
630	0.66
630	0.66

6.4.4. MEDIDAS DE SEGURIDAD

SEGURIDAD EN CELDAS SM6

Las celdas tipo SM6 dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la norma UNE 20.099, y que serán los siguientes:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.
- Además de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras según se indica en el apartado 6.2.2.

7. PREVISIÓN DE POTENCIA EN LA ZONA DE ACTUACIÓN.

La potencia total prevista en la zona de actuación P_t en 5.579kW, se obtiene mediante la expresión:

$P_t = P_v + P_c + P_i + P_d + P_p + P_h + P_a + P_e$

Considerando:

- P_v = Potencia correspondiente a viviendas; se determina según ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

- P_c = Potencia correspondiente a locales comerciales; se determina a razón de 100 W/m2 de superficie construida, y con el coeficiente de simultaneidad que se estime necesario (previsión mínima por local 3.45 kW), según ITC-BT-10 del Reglamento Eléctrotécnico para Baja Tensión.
- P_i =Potencia correspondiente a locales industriales; se determina a razón de 125 W/m2 de superficie construida, y con el coeficiente de simultaneidad que se estime necesario (previsión mínima por local de 10.35 kW) según ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
Este tipo de establecimientos se suele trabajar con un coeficiente de simultaneidad que varía entre 0.10 y 0.20m debido a consideraciones urbanísticas de edificabilidad, volumen, etc. Y según las características particulares del tipo de industria que se pretende implantar en la zona. Además, esta previsión de potencia coincide con diversas recomendaciones estipuladas para este tipo de establecimientos (20-30 VA/m2, incluidos servicios y dotaciones).
- P_d =Potencia correspondiente a centros de enseñanza, guarderías y docencia en general; se determina a razón de 500 W/plaza en ausencia de datos (NTE IER).
- P_p = Potencia correspondiente a locales de pública concurrencia, centros religiosos, salas de exposiciones, cinematógrafos; se determina a razón de 50 W/m2 en ausencia de datos (NTE IER).
- P_h = Potencia correspondiente a establecimientos hosteleros o alojamientos turísticos ; se determina a razón de 1000 W/plaza, con un mínimo de 100kW para establecimientos cuya capacidad sea igual o superior a 50 plazas y con un mínimo de 25 kW para establecimientos cuya capacidad sea inferior a 50 plazas (NTE IER).
- P_a = Potencia correspondiente al alumbrado público; se determina según estudio luminotécnico. En ausencia de datos se puede estimar una potencia de 1.5 W/m2 de vial.

PREVISION DE POTENCIA PARA URBANIZACION MONTESOL 3

Potencia total en kVA 7.225/ 630=12 trafos de 630 KVA.
6 centros de transformación con 2 Transformadores de 630kVA cada centro

Parcelas	Superficie	Nº Viviendas	POT. UNIT	POT. TOTAL	POT. Loc.+ SC.
Viviendas Protegida					
1	12.297m2	188	5.750w	1.081.000w	1.235kW
2	10.623m2	154	5.750w	885.500w	1.021kW
Vivienda Colectiva					
3	6.535m2	64	9.200w	588.800w	652kW
4	4.403m2	42	9.200w	386.400w	437kW
5	9.706m2	96	9.200w	883.200w	979kW
6	12.919m2	132	9.200w	1.214.400w	1.342kW
Vivienda Unifamiliar					
7	5.704m2	30	9.200w	276.000w	276kW
8	4.793m2	26	9.200w	239.200w	239kW
9	5.775m2	31	9.200w	285.200w	285kW
10	5.556m2	30	9.200w	276.000w	276kW
11	4.793m2	26	9.200w	239.200w	239kW
12	6.808m2	37	9.200w	340.400w	340kW
13	9.185m2	50	9.200w	460.000w	460kW
14	6.584m2	33	9.200w	303.600w	303kW
15	4.612m2	22	9.200w	202.400w	202kW
16	3.563m2	16	9.200w	147.200w	147kW
17	4.321m2	17	9.200w	156.400w	156kW
Total viviendas		994		7.964.900W	8.589kW
Comercial	8.000m2		800.000w	800.000W	800kW
Dotaciones	26.711m2/2		200.000w	200.000W	200kW
Servicios Generales			45.000w	45.000w	45kW
Total				9.634.000w	9.634 kW
Total con s. c .					9.634kW
KVA					12.042kVA
Coef . Sim. O,6					7.225 kVA

1	C.T. 1	8 Salidas	2	C.T. 2.	8 Salidas
	IBERDROLA	Potencia kVA		IBERDROLA	Potencia kVA
	PARCELA 1 (188 VIVIENDAS)	926,00		PARCELA 2 (89 VIVIENDAS)	400,00
	PARCELA 2(65 VIVIENDAS)	300,00		PARCELA 3 (64 VIVENDAS)	489,00
	Alumbrado Vial - CM-1	20,00		EQUIPAMIENTO DOTACIONAL D1	80,00
		0,00			
	Total Potencia demandada	1.246,00		Total Potencia demandada	969,00
		99%			77%
	POTENCIA INSTALADA en kVA	1260		POTENCIA INSTALADA en kVA	1260
3	C.T. 3	8 Salidas	4	C.T. 4	8 Salidas
	PITARCH	Potencia kVA		PITARCH	Potencia kVA
	PARCELA 13 (50 UNIFAMILIARES)	316,00		PARCELA 15 (22 UNIFAMILIARES)	139,00
	PARCELA 14 (33 UNIFAMILIARES)	208,72		PARCELA 16 (8 UNIFAMILIARES)	50,50
	PARCELA 10 (30 UNIFAMILIARES)	189,75		PARCELA 17 (17 UNIFAMILIARES)	107,00
	PARCELA 7 (30 UNIFAMILIARES)	189,75		PARCELA 11 (26 UNIFAMILIARES)	164,00
	PARCELA 4 (42 VIVIENDAS)	300,43		PARCELA 8 (26 UNIFAMILIARES)	164,00
	PARCELA 16 (8 UNIFAMILIARES)	50,50		PARCELA 5 (96 VIVENDAS)	590,00
				ALUMBRADO PUBLICO CM-2	20,00
	Total Potencia demandada	1255,15		Total Potencia demandada	1.234,50
		100%			98%
	POTENCIA INSTALADA en kVA	1260		POTENCIA INSTALADA en kVA	1260
5	C.T. 5	8 Salidas	6	C.T. 6	8 Salidas
	PITARCH	Potencia kVA		PARCELA	Potencia kVA
	PARCELA 6 (132 VIVIENDAS)	900,00		PARCELA 12 (37 UNIFAMILIARES)	234
	PARCELA 9 (31 UNIFAMILIARES)	356		EQ. COMERCIAL	700
				EQ. DOTACIONAL D2	80,00
	Total Potencia demandada	1.256,00		Total Potencia demandada	1.014,00
		100%			80%
	POTENCIA INSTALADA en kVA	1260		POTENCIA INSTALADA en kVA	1260

ACOMETIDA N°1

Formulas Generales

Emplearemos las siguientes:

$$I = S \times 1000 / 1,732 \times U = \text{Amperios (A)}$$

$$e = 1,732 \times l \left(\frac{L \times \cos \phi}{k \times s \times n} \right) + \left(X_u \times L \times \frac{\sin \phi}{1000 \times n} \right) = \text{voltios (V)}$$

En donde :

I=Intensidad en Amperios

e=Caída de tensión en Voltios

S=Potencia de cálculo en kVA

U=Tension de servicio en voltios

s= sección del conductor en mm²

L=longitud de calculo en metros

K=conductividad. Cobre 56. Aluminio 35. Aluminio-Acero 28

Cosφ= coseno de φ . Factor de potencia

Xu= Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m

n= N° de conductores por fase

Las características generales de la red son:

Tensión (V): 20000

C.d.t. Max.(%):5

Cos φ :0.8

Coef. Simultaneidad:1

CALCULOS ELECTRICOS RED DE MEDIA TENSION

A continuación se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	nudo orig. (mm ²)	nudo Dest. mm	long (m)	metal canal	aislaml.calcu	seccion (A)	D tubo
1	3x240	175	2	440	Al/0.15B.T.	Heprz1	126
2		2	3	160	Al/0.15B.T.	Heprz1	126
		3x240	175				
3		3	4	600	Al/0.15B.T.	Heprz1	126
		3x240	175				
Nudo	C.d.t.(V)		Tension Nudo(V)		C.d.t.(%)	Carga nudo	
1	0		20000		0	126	A
(2520 kVA)							
2	-8.20		19991.80		0.12	-63	A (-
1260kVA)							
3	-16.40		19983.60		0.22	-63	A (-
1260kVA)							
4	-16.40		19983.60		0.22	-63A	(-
1260kVA)							

A continuación se muestran las pérdidas de potencia activa en kW.

Línea nudo nudo perdida potencia activa perdida potencia activa

	Orig.	Dest.	Rama.	3RI ² (kW)	total itinerario. 3RI ² (kW)	cortocircuito:
1	1		2	6.048		
2	2		3	3.36		Scc= 500MVA
3	3		4	6.048	15.44	U=20kV
						tcc=1 s
						IpccM=19245.57A.

Resultados obtenidos para las protecciones:

Linea	nudo Orig.	nudo Dest.	Un (kV)	U1 (kV)	U2 (kV)	I.aut;In/Ireg (Amp)	Seccion (mm ²)	Icccs (A)	prot. térmica/In	PdeC (kA)	
1	1	2	22	95	38	400/311	2	3x240	22320	400	20
							3	3x240	22320		
							4	3x240	22320		

In(A). Intensidad nominal del elemento de protección o corte.

Ireg (A). Intensidad de regulación del relé térmico del interruptor automático.

I_{ter}(A). Intensidad nominal del relé térmico asociado al elemento de corte(seccionador interruptor).I_{Fus}(A).Intensidad nominal de los fusibles asociados al elemento de corte (seccionador interruptor).

Un(kV).Tensión más elevada de la red.

U1(kV).Tension de ensayo al choque con onda de impulso de 1,2/50microsegundos. kV Cresta.

U2(kV).Tensión de ensayo a frecuencia industrial 50 Hz, bajo lluvia durante un minuto. kV Eficaces.

Fórmulas Cortocircuito

$$*IpccM = Scc \times 1000 / 1.732 \times U$$

Siendo :

IpccM: Intesidad permanente de c.c. Máxima de la red en Amperios.

Scc: Potencia de c.c. En MVA

U: Tensión nominal en kV.

$$*Icccs = Kc \times S / (tcc)^{1/2}$$

Siendo :

Icccs: Intensidad de c.c. En Amperios soportada por un conductor de sección "S", en un tiempo determinado "tcc".

S: Sección de un conductor en mm².

Tcc: Tiempo máximo de duración del c.c. , en segundos.

Kc: Cte del conductor que depende de la naturaleza del aislamiento.

*Papel impregnado PPV

Nivel de aislamiento <=12/20;KcCu =113;KcAl=74

Nivel de aislamiento de 15/25 a 18/30;KcCu=101; KcAl=66

Nivel de aislamiento=26/45;KcCu=109 ;KcAl=71

Nivel de aislamiento=36/66;KcCu=112 ; KcAl=74

*Etileno-propileno DHV o Polietileno reticulado RHV

KcCu=142; KcAl=93

Para todas las tensiones de aislamiento

Según la configuración de la red , se obtienen los siguientes resultados del cálculo a

ACOMETIDA Nº2

Formulas Generales

Emplearemos las siguientes:

$$I = S \times 1000 / 1,732 \times U = \text{Amperios (A)}$$

$$e = 1,732 \times I ((L \times \cos \varphi / k \times s \times n) + (X_u \times L \times \sin \varphi / 1000 \times n)) = \text{voltios (V)}$$

En donde :

I=Intensidad en Amperios

e=Caída de tensión en Voltios

S=Potencia de cálculo en kVA

U=Tension de servicio en voltios

s= sección del conductor en mm²

L=longitud de calculo en metros

K=conductividad. Cobre 56. Aluminio 35. Aluminio-Acero 28

Cosφ= coseno de φ . Factor de potencia

X_u= Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m

n= Nº de conductores por fase

Las características generales de la red son:

Tensión (V): 20000

C.d.t. Max.(%):5

Cos φ :0.8

Coef. Simultaneidad:1

A continuación se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	nudo orig. (mm ²)	nudo Dest. mm	long (m)	metal canal	aislam	I.calculo	seccion (A)	D tubo
1	3x240	175	2	440		AI/0.15 B.T.	Heprz1	126
2		2	3	160		AI/0.15 B.T.	Heprz1	126
3		3x240	175					
		3	4	600		AI/0.15 B.T.	Heprz1	126
		3x240	175					
Nudo	C.d.t.(V)		Tension Nudo(V)		C.d.t.(%)		Carga nudo	
1	0		20000		0		126	A
(2520 kVA)								
2	-8.20		19991.80		0.12		-63	A (-
1260kVA)								
3	-16.40		19983.60		0.22		-63	A (-
1260kVA)								
4	-16.40		19983.60		0.22		-63A	(-
1260kVA)								

A continuación se muestran las pérdidas de potencia activa en kW.

Linea	nudo	nudo	perdida potencia activa	perdida potencia activa
-------	------	------	-------------------------	-------------------------

	Orig.	Dest.	Rama.	3RI ² (kW)		total itinerario. 3RI ² (kW)
1	1		2		6.048	
2		2	3		3.36	
3		3	4		6.048	15.44

Resultados obtenidos para las protecciones:

Linea	nudo Orig.	nudo Dest.	Un (kV)	U1 (kV)	U2 (kV)	I.aut;In/Ireg (Amp)	
1	1		2	22	95	38	400/311

In(A). Intensidad nominal del elemento de protección o corte.

Ireg (A). Intensidad de regulación del relé térmico del interruptor automático.

I_{ter}(A). Intensidad nominal del relé térmico asociado al elemento de corte(seccionador interruptor).I_{Fus}(A).Intensidad nominal de los fusibles asociados al elemento de corte (seccionador interruptor).

Un(kV).Tensión más elevada de la red.

U1(kV).Tension de ensayo al choque con onda de impulso de 1,2/50microsegundos. kV Cresta.

U2(kV).Tensión de ensayo a frecuencia industrial 50 Hz, bajo lluvia durante un minuto. kV Eficaces.

Fórmulas Cortocircuito

$$*I_{pccM} = S_{cc} \times 1000 / 1.732 \times U$$

Siendo :

I_{pccM}: Intesidad permanente de c.c. Máxima de la red en Amperios.S_{cc}: Potencia de c.c. En MVA

U: Tensión nominal en kV.

$$*I_{cccs} = K_c \times S / (t_{cc})^{1/2}$$

Siendo :

I_{cccs}: Intensidad de c.c. En Amperios soportada por un conductor de sección "S", en un tiempo determinado "t_{cc}".S: Sección de un conductor en mm².T_{cc}: Tiempo máximo de duración del c.c. , en segundos.K_c: Cte del conductor que depende de la naturaleza del aislamiento.

*Papel impregnado PPV

Nivel de aislamiento ≤12/20;K_cCu =113;K_cAl=74Nivel de aislamiento de 15/25 a 18/30;K_cCu=101; K_cAl=66Nivel de aislamiento=26/45;K_cCu=109 ;K_cAl=71Nivel de aislamiento=36/66;K_cCu=112 ; K_cAl=74

*Etileno-propileno DHV o Polietileno reticulado RHV

K_cCu=142; K_cAl=93

Para todas las tensiones de aislamiento

Según la configuración de la red , se obtienen los siguientes resultados del cálculo a

cortocircuito:

Sc_{cc}= 500MVA
U=20kV
t_{cc}=1 s
I_{pccM}=19245.57A.

Linea	nudo Orig.	nudo Dest.	Seccion (mm²)	(A)	I _{cccs}	prot. térmica/In	P _{deC} (kA)	
1		1	2		3x240	22320	400	20
2		2	3		3x240	22320		
3		3	4		3x240	22320		

ANEXO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Instalación Eléctrica Montesol-III - Iberdrola

ZONA IBERDROLA

MEMORIA

Transformador 2: 395 l

Resumen de Características· **Volumen Total de Dieléctrico:** 790 l**Titular**

El titular de la instalación a ceder a la cía. distribuidora es Junta de Compensación "Montesol 3".

Presupuesto Total· **Presupuesto Ttotal:** 78.846,00 €**Emplazamiento**

La urbanización es de nueva creación en sector 01, Cáceres.

Objeto del Proyecto

Este proyecto tiene por objeto definir las características de dos centros destinados al suministro de energía eléctrica, así como justificar y valorar los materiales empleados en el mismo.

Localidad

Los Centros se hallan ubicados en la Cáceres, en una nueva urbanización a construir junto a la ronda Norte, dicha urbanización es Montesol 3, la localización y coordenadas se reflejan en los documentos planos ..

Reglamentación y Disposiciones Oficiales**Normas Generales**

- **Real Decreto 223/2008**, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- **Real Decreto 337/2014**, de 9 de mayo, por el que se aprueban el **Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión**, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión**. Aprobado por Decreto 842/2002, de 02 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-2002.
- **Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT**. Aprobadas por Orden del MINISTERIO de 18 de septiembre de 2002.
- **Autorización de Instalaciones Eléctricas**. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
- **Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores**. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-1994.
- **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 (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).
- **Real Decreto 614/2001**, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.

Potencia Unitaria de cada Transformador y Potencia Total en kVA

- Potencia del Transformador 1: 630 kVA
- Potencia del Transformador 2: 630 kVA
- **Potencia Ttotal: 1.260 kVA**

Tipo de Transformador

- Refrigeración del transformador 1: aceite
- Refrigeración del transformador 2: aceite

Volumen Total en Litros de Dieléctrico

- Volumen de dieléctrico
Transformador 1: 395 l
- Volumen de dieléctrico

- **Ley 24/2013** de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- **Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía**, Decreto de 12 Marzo de 1954 y **Real Decreto 1725/84** de 18 de Julio.
- **Real Decreto 2949/1982** de 15 de Octubre de Acometidas Eléctricas.
- **NTE-IEP**. Norma tecnológica de 24-03-1973, para **Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra**.
- Normas **UNE / IEC**.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Normas particulares de la compañía suministradora.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.
- Normas y recomendaciones de diseño del edificio:
 - **CEI 62271-202** **UNE-EN 62271-202**
Centros de Transformación prefabricados.
 - **NBE-X**
Normas básicas de la edificación.
 - Normas y recomendaciones de diseño de aparamenta eléctrica:
 - **CEI 62271-1** **UNE-EN 62271-1**
Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de Alta Tensión.
 - **CEI 61000-4-X** **UNE-EN 61000-4-X**
Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.
 - **CEI 62271-200** **UNE-EN 62271-200**
Aparamenta bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
 - **CEI 62271-102** **UNE-EN 62271-102**
Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
 - **CEI 62271-103** **UNE-EN 62271-103**
Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
 - **CEI 62271-105** **UNE-EN 62271-105**
Combinados interruptor - fusible de corriente alterna para Alta Tensión.
 - Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:
 - **CEI 60076-X**
Transformadores de Potencia.
 - **UNE 21428-1-1**

Transformadores de Potencia.

- Reglamento (UE) Nº 548/2014 de la Comisión de 21 de mayo de 2014 por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes (Ecodiseño)
- **Normas y recomendaciones de diseño de transformadores (aceite):**
 - **EN 50464-2-1:2007**
Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 a 2500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material hasta 36 kV (Ratificada por AENOR en marzo de 2008).
 - **UNE 21428-X-X**
Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 a 2500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material hasta 36 kV
 - **UNE 21428**
Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 a 2500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.

Titular

El titular de la instalación a ceder a la cia. Distribuidora es Junta de Compensación "Montesol 3".

Emplazamiento

Los Centros se hallan ubicados en la Cáceres, en una nueva urbanización a construir junto a la ronda Norte, dicha urbanización es Montesol 3, la localización y coordenadas se reflejan en los documentos planos.

Características Generales del Centro de Transformación

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

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

Los tipos generales de equipos de Media Tensión empleados en este proyecto son:

· **cgmcosmos:** Equipo compacto de 3 funciones, con aislamiento y corte en gas, opcionalmente extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

· **cgmcosmos:** Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

·

Programa de necesidades y potencia instalada en kVA

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 400 V, con una potencia máxima simultánea de 1772 kW.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en este Centro de Transformación es de 1.260 kVA. PARA EL CASO QUE NOS OCUPA EN LA ZONA DE IBERDROLA COLOCAMOS DOS CENTROS DE TRANSFORMACION IGUALES CON UNA POTENCIA DE 1260KVA CADA UNO.

Descripción de la instalación

Obra Civil

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

Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

Características de los Materiales

Edificio de Transformación: **pfu-5/20**

- Descripción

Los edificios **pfu** para Centros de Transformación, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan

todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos edificios prefabricados es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

- Envolvente

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

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

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

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

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

- Placa piso

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

- Accesos

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180º) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

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

- Ventilación

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

- Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

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

- Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad ISO 9001.

- Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

- Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación

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

- Características Detalladas

Nº de transformadores:	2
Tipo de ventilación:	Normal
Puertas de acceso peatón:	1 puerta
Dimensiones exteriores	
Longitud:	6080 mm
Fondo:	2380 mm
Altura:	3045 mm
Altura vista:	2585 mm
Peso:	17460 kg

Dimensiones interiores

Longitud:	5900 mm
Fondo:	2200 mm
Altura:	2355 mm

Dimensiones de la excavación

Longitud:	6880 mm
Fondo:	3180 mm
Profundidad:	560 mm

Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

Instalación Eléctrica

Características de la Red de Alimentación

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

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 500 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 14,4 kA eficaces.

Características de la Aparata de Media Tensión

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

Celdas: **cgmcosmos**

Sistema de celdas de Media Tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF6 de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5 °C según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000 m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estándar:

- Construcción:

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.

3 Divisores capacitivos de 24 kV.

Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 630 mm² y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

-Seguridad:

Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados.

Posibilidad de instalación de enclavamientos por cerradura independientes en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.

Inundabilidad: equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

Grados de Protección:

- Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según EN 60529
- Cuba: IP X7 según EN 60529
- Protección a impactos en:
 - cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010
 - cuba: IK 09 según EN 5010

- Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasa tapas estándar.

- Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas **cgmcosmos** es que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- Características eléctricas

Las características generales de las celdas **cgmcosmos** son las siguientes:

Tensión nominal 24 kV

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)
a tierra y entre fases 50 kV
a la distancia de seccionamiento 60 kV

Impulso tipo rayo
a tierra y entre fases 125 kV
a la distancia de seccionamiento 145 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

Características Descriptivas de la Aparamenta MT y Transformadores

E/S1,E/S2,PT1: **cgmcosmos-2lp**

Celda compacta con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por varias posiciones con las siguientes características:

cgmcosmos-2lp es un equipo compacto para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema **cgmcosmos**.

La celda **cgmcosmos-2lp** está constituida por tres funciones: dos de línea o interruptor en carga y una de protección con fusibles, que comparten la cuba de gas y el embarrado.

Las posiciones de línea, incorporan en su interior una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

La posición de protección con fusibles incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador igual al antes descrito, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados con ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
- Intensidad asignada en las entradas/salidas: 400 A
- Intensidad asignada en la derivación: 200 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA

· Intensidad de corta duración (1 s), cresta:		40 kA	Protección Transformador 2: <i>cgmcosmos-p Protección fusibles</i> Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:
---	--	-------	--

Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV	· Grupo de conexión:	Dyn11
· Capacidad de cierre (cresta):	40 kA	· Protección incorporada al transformador:	Sin protección propia
· Capacidad de corte		Transformador 2: transforma aceite 24 kV	
Corriente principalmente activa:	400 A	Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca ORMAZABAL, con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).	
Clasificación IAC:	AFL		
- Características físicas:		Otras características constructivas:	
· Ancho:	470 mm	· Regulación en el primario:	+ 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %
· Fondo:	735 mm	· Tensión de cortocircuito (Ecc):	4%
· Alto:	1740 mm	· Grupo de conexión:	Dyn11
· Peso:	140 kg	· Protección incorporada al transformador:	Sin protección propia
- Otras características constructivas:		Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión	
· Mando posición con fusibles:	manual tipo BR	Cuadros BT - B2 Transformador 1: cbto	
· Combinación interruptor-fusibles:	combinados	El Cuadro de Baja Tensión cbto-c , es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.	
Transformador 1: transforma aceite 24 kV		La estructura del cuadro cbto-c de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor aislante, en el que se distinguen las siguientes zonas:	
Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca ORMAZABAL, con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).		- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares	
- Otras características constructivas:			
· Regulación en el primario:	+ 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %		
· Tensión de cortocircuito (Ecc):	4%		

En la parte superior de **cbto-c** existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. **cbto-c** incorpora 4 seccionadores unipolares para seccionar las barras.

- Zona de salidas

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas verticales cerradas (BTVC) pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

- Características eléctricas

- Tensión asignada de empleo: 440 V
- Tensión asignada de aislamiento: 500 V

- Intensidad asignada en los embarrados: 1600 A

- Frecuencia asignada: 50 Hz

- Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

- a tierra y entre fases: 10 kV
- entre fases: 2,5 kV

- Intensidad Asignada de Corta duración 1 s: 24 kA
- Intensidad Asignada de Cresta: 50,5 kA

- Características constructivas:

- Anchura: 1000 mm
- Altura: 1360 mm
- Fondo: 350 mm

- Otras características:

- Salidas de Baja Tensión: 8 salidas (8 x 400 A)

Cuadros BT - B2 Transformador 2: **cbto**

El Cuadro de Baja Tensión **cbto-c**, es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro **cbto-c** de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor aislante, en el que se distinguen las siguientes zonas:

- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares

En la parte superior de **cbto-c** existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. **cbto-c** incorpora 4 seccionadores unipolares para seccionar las barras.

- Zona de salidas

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas verticales cerradas (BTVC) pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

- Características eléctricas

- Tensión asignada de empleo: 440 V
- Tensión asignada de aislamiento: 500 V

- Intensidad asignada en los embarrados: 1600 A

· Frecuencia asignada:	50 Hz	Cables MT 12/20 kV del tipo HEPRZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al.
· Nivel de aislamiento		La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.
Frecuencia industrial (1 min)		
a tierra y entre fases:	10 kV	En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR.
entre fases:	2,5 kV	
· Intensidad Asignada de Corta		Puentes MT Transformador 2: Cables MT 12/20 kV
duración 1 s:	24 kA	
· Intensidad Asignada de Cresta:	50,5 kA	Cables MT 12/20 kV del tipo HEPRZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al.
		La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.
- Características constructivas:		En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR.
· Anchura:	1000 mm	
· Altura:	1360 mm	- Interconexiones de BT:
· Fondo:	350 mm	
		Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes transformador-cuadro
- Otras características:		Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 4xfase+4xneutro.
· Salidas de Baja Tensión:	8 salidas (8 x 400 A)	
Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión		Puentes BT - B2 Transformador 2: Puentes transformador-cuadro
El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.		Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 4xfase+4xneutro.
- Interconexiones de MT:		- Defensa de transformadores:
Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV		

Defensa de Transformador 1: ***Protección física transformador***

Tierra de servicio

Protección metálica para defensa del transformador.

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

Defensa de Transformador 2: ***Protección física transformador***

Protección metálica para defensa del transformador.

Instalaciones secundarias

- Equipos de iluminación:

- Armario de primeros auxilios

Iluminación Edificio de Transformación: ***Equipo de iluminación***

El Centro de Transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

- Medidas de seguridad

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

Medida de la energía eléctrica

1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

Al tratarse de un Centro de Distribución público, no se efectúa medida de energía en MT.

2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

Unidades de protección, automatismo y control

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

3- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

Puesta a tierra

Tierra de protección

4- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc. , así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

Planificación

Las diferentes etapas del proyecto son: [a completar por el usuario]

Limitación de campos magnéticos

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

Mediante ensayo tipo se comprueba que las envolventes prefabricadas de Ormazabal especificadas en este proyecto, de acuerdo a IEC/TR 62271-208, no superan los siguientes valores del campo magnético a 200 mm del exterior del centro de transformación, de acuerdo al Real Decreto 1066/2001:

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

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

De acuerdo al apartado 2 de la ITC-RAT 03 del RD 337/2014, el ensayo tipo de emisión electromagnética del centro de transformación forma parte del Expediente Técnico, el cual Ormazabal mantiene a la disposición de la autoridad nacional española de vigilancia de mercado, tal y como se estipula en dicha ITC-RAT.

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

- a) Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán una disposición en triángulo y formando ternas.
- b) La red de baja tensión se diseñará igualmente con el criterio anterior.
- c) Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.

- d) No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado lo más posible de estos locales.

El técnico competente, D. Fco. Javier Expósito Hurtado, Ingeniero Técnico Industrial - Eléctrico

CÁLCULOS***Intensidad de Media Tensión***

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.1.a)$$

Dónde:

- P potencia del transformador [kVA]
U_p tensión primaria [kV]

I_p intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

Para el transformador 1, la potencia es de 630 kVA.

· $I_p = 18,2 \text{ A}$

Para el transformador 2, la potencia es de 630 kVA.

· $I_p = 18,2 \text{ A}$

Por tanto la intensidad total de MT que hay es:

· $I_{\text{tot}} = 36,4 \text{ A}$

Intensidad de Baja Tensión

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \tag{2.2.a}$$

donde:

- P potencia del transformador [kVA]
- U_s tensión en el secundario [kV]
- I_s intensidad en el secundario [A]

Para el transformador 1, la potencia es de 630 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

· $I_s = 866 \text{ A}$.

Para el transformador 2, la potencia es de 630 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

· $I_s = 866 \text{ A}$.

Cortocircuitos

Observaciones

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

Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \tag{2.3.2.a}$$

donde:

- S_{cc} potencia de cortocircuito de la red [MVA]
- U_p tensión de servicio [kV]
- I_{ccp} corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \quad (2.3.2.b)$$

donde:

P	potencia de transformador [kVA]
E _{cc}	tensión de cortocircuito del transformador [%]
U _s	tensión en el secundario [V]
I _{ccs}	corriente de cortocircuito [kA]

Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 500 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es :

$$\cdot I_{ccp} = 14,4 \text{ Ka}$$

Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para el transformador 1, la potencia es de 630 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

$$\cdot I_{ccs} = 21,7 \text{ kA}$$

Para el transformador 2, la potencia es de 630 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

$$\cdot I_{ccs} = 21,7 \text{ kA}$$

Dimensionado del embarrado

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

Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

Comprobación por sollicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.2.a de este capítulo, por lo que:

$$\cdot I_{cc(din)} = 36,1 \text{ kA}$$

Comprobación por sollicitación térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$\cdot I_{cc(ter)} = 14,4 \text{ kA.}$$

Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

Transformador 1

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 40 A.

- Protecciones en BT

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 2.3.4.

Transformador 2

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 40 A.

La celda de protección de este transformador no incorpora relé, al considerarse suficiente el empleo de las otras protecciones.

- Protecciones en BT

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 2.3.4.

Dimensionado de los puentes de MT

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

Transformador 1

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 18,2 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm² de Al según el fabricante.

Transformador 2

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 18,2 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm² de Al según el fabricante.

Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.***Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación.***

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 97624-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1000 kVA
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA

Dimensionado del pozo apagafuegos

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra**Investigación de las características del suelo**

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm·m.

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

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

De la red:

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

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

Diseño preliminar de la instalación de tierra

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:

· Tensión de servicio: Ur = 20 kV

Puesta a tierra del neutro:

· Limitación de la intensidad a tierra Idm = 1000 A

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

· Vbt = 10000 V

Características del terreno:

· Resistencia de tierra Ro = 150 Ohm·m

· Resistencia del hormigón R'o = 3000 Ohm

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (2.9.4.a)$$

donde:

Id intensidad de falta a tierra [A]
Rt resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

Vbt tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm} \quad (2.9.4.b)$$

donde:

Idm limitación de la intensidad de falta a tierra [A]
Id intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

· Id = 1000 A

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

· Rt = 10 Ohm

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una Kr más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (2.9.4.c)$$

donde:

Rt resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]
Kr coeficiente del electrodo

- Centro de Transformación

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

· $K_r \leq 0,0667$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 70-40/8/82
- Geometría del sistema: Picas alineadas
- Distancia entre picas: 3 metros
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: ocho
- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_r = 0,066$
- De la tensión de paso $K_p = 0,0101$
- De la tensión de contacto $K_c = 0,0294$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.

· En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.

· En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

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

$$R'_t = K_r \cdot R_o \quad (2.9.4.d)$$

donde:

- K_r coeficiente del electrodo
- R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
- R'_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Transformación:

· $R'_t = 9,9 \text{ Ohm}$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):

· $I'd = 1000 \text{ A}$

Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.9.5.a)$$

donde:

donde:

R'_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
 I'_d intensidad de defecto [A]
 V'_d tensión de defecto [V]

K_p coeficiente
 R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 I'_d intensidad de defecto [A]
 V'_p tensión de paso en el exterior [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

· $V'_d = 9900 \text{ V}$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.5.b)$$

donde:

K_c coeficiente
 R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 I'_d intensidad de defecto [A]
 V'_c tensión de paso en el acceso [V]

En este caso, al estar las picas alineadas frente a los accesos al Centro de Transformación paralelas a la fachada, la tensión de paso en el acceso va a ser prácticamente nula por lo que no la consideraremos.

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

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.6.a)$$

por lo que, para este caso:

· $V'_p = 1515 \text{ V}$ en el Centro de Transformación

Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

· $t = 0,2 \text{ s}$

Tensión de paso en el exterior:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot R_o}{1000} \right] \quad (2.9.7.a)$$

donde:

U_{ca} valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 R_{a1} Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_p = 31152 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$U_{pacc} = 10 * U_{ca} \left[1 + \frac{2 * R_{a1} + 3 * R_0 + 3 * R'_0}{1000} \right]$$

(2.9.7.b)

donde:

V_{ca} valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta

R₀ resistividad del terreno en [Ohm·m]

R'₀ resistividad del hormigón en [Ohm·m]

R_{a1} Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_p(\text{acc}) = 76296 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$\cdot V'_p = 1515 \text{ V} < V_p = 31152 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$\cdot V'_p(\text{acc}) = 4410 \text{ V} < V_p(\text{acc}) = 76296 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$\cdot V'_d = 9900 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$\cdot I_a = 50 \text{ A} < I_d = 1000 \text{ A} < I_{dm} = 1000 \text{ A}$$

Investigación de las tensiones transferibles al exterior

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

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \quad (2.9.8.a)$$

donde:

R₀ resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'_d intensidad de defecto [A]

D distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

$$\cdot D = 23,87 \text{ m}$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación: 5/22 (según método UNESA)
- Geometría: Picas alineadas
- Número de picas: dos
- Longitud entre picas: 2 metros
- Profundidad de las picas: 0,5 m

El técnico competente, D. Fco. Javier Expósito Hurtado, Ingeniero Técnico Industrial –Eléctrico.

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,201$
- $K_c = 0,0392$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,201 \cdot 150 = 30,15 < 37 \text{ Ohm}$$

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

Corrección y ajuste del diseño inicial

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

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

PLIEGO DE CONDICIONES

Calidad de los materiales

Obra civil

La(s) envolvente(s) empleada(s) en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

Aparamenta de Media Tensión

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas 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 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 entradas de agua en el centro.
- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, 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.

Transformadores de potencia

El transformador o transformadores instalados en este Centro de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

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 cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

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

Al tratarse de un Centro para distribución pública, no se incorpora medida de energía en MT, por lo que ésta se efectuará en las condiciones establecidas en cada uno de los ramales en el punto de derivación hacia cada cliente en BT, atendiendo a lo especificado en el Reglamento de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

- Separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

- Mantenimiento

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

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

Las celdas tipo CGMcosmos de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

Normas de ejecución de las instalaciones

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

Pruebas reglamentarias

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

Certificados y documentación

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos público competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.

-
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
 - Certificación de fin de obra.
 - Contrato de mantenimiento.
 - Conformidad por parte de la compañía suministradora.

Libro de órdenes

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

D. Fco. Javier Expósito Hurtado,
Ingeniero Técnico Industrial

PRESUPUESTO

Presupuesto Unitario (en zona de Iberdrola son 2 centros)**Obra civil****2 Edificio de Transformación: pfu-5/20**

Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo pfu-5/20, de dimensiones generales aproximadas 6080 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios.

14.190,00 € 14.190,00 €

Total importe obra civil

14.190,00 €

Equipo de MT**1 E/S1,E/S2,PT1: cgmcosmos-2lp**

Equipo compacto de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:

- Un = 24 kV
- In = 400 A
- Icc = 16 kA / 40 kA
- Dimensiones: 1190 mm / 735 mm / 1740 mm
- Mecanismo de Maniobra 1: manual tipo B
- Mecanismo de Maniobra 2: manual tipo B
- Mecanismo de Maniobra (Prot. Fusibles): manual tipo BR

Se incluyen el montaje y conexión.

10.320,00 € 10.320,00 €

1 Protección Transformador 2: cgmcosmos-p

Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:

- Un = 24 kV
- In = 400 A
- Icc = 16 kA / 40 kA
- Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm
- Mando (fusibles): manual tipo BR

Se incluyen el montaje y conexión.

4.200,00 € 4.200,00 €

1 Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV

Cables MT 12/20 kV del tipo HEPRZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

En el otro extremo son del tipo enchufable recta y modelo K152SR.

1.410,00 € 1.410,00 €

1 Puentes MT Transformador 2: Cables MT 12/20 kV

Cables MT 12/20 kV del tipo HEPRZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

En el otro extremo son del tipo enchufable recta y modelo K152SR.

1.410,00 € 1.410,00 €

Equipo de Potencia

1	Transformador 1: transforma aceite 24 kV Transformador trifásico reductor de tensión marca ORMAZABAL, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %.	13.438,80 €	13.438,80 €	
1	Transformador 2: transforma aceite 24 kV Transformador trifásico reductor de tensión marca ORMAZABAL, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %.	13.438,80 €	13.438,80 €	
Total importe equipos de potencia			26.877,60 €	

Equipo de Baja Tensión

1	Cuadros BT - B2 Transformador 1: cbto Cuadro de Baja Tensión Optimizado CBTO-C, con 8 salidas con fusibles salidas trifásicas con fusibles en bases ITV, y demás características descritas en la Memoria.	3.570,00 €	3.570,00 €	
---	---	------------	------------	--

1	Cuadros BT - B2 Transformador 2: cbto Cuadro de Baja Tensión Optimizado CBTO-C, con 8 salidas con fusibles salidas trifásicas con fusibles en bases ITV, y demás características descritas en la Memoria.	3.570,00 €	3.570,00 €	
1	Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes BT - B2 Transformador 1 Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 4xfase+4xneutro de 2,5 m de longitud.	1.629,60 €	1.629,60 €	
1	Puentes BT - B2 Transformador 2: Puentes BT - B2 Transformador 2 Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 4xfase+4xneutro de 2,5 m de longitud.	1.629,60 €	1.629,60 €	
Total importe equipos de BT			10.399,20 €	

Sistema de Puesta a Tierra

- Instalaciones de Tierras Exteriores				
1	Tierras Exteriores Prot Transformación: Picas alineadas Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo.			

El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro.

Características:

- Geometría: Picas alineadas
- Profundidad: 0,5 m
- Número de picas: ocho
- Longitud de picas: 2 metros
- Distancia entre picas: 3 metros

2.850,00 € 2.850,00 €

1 Tierras Exteriores Serv Transformación: *Picas alineadas*

Tierra de servicio o neutro del transformador.
Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.

Características:

- Geometría: Picas alineadas
- Profundidad: 0,5 m
- Número de picas: dos
- Longitud de picas: 2 metros
- Distancia entre picas: 3 metros

2.850,00 € 2.850,00 €

- Instalaciones de Tierras Interiores

1 Tierras Interiores Prot Transformación: *Instalación interior tierras*

Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás apartada de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.

1.110,00 € 1.110,00 €

1 Tierras Interiores Serv Transformación: *Instalación interior tierras*

Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.

1.110,00 € 1.110,00 €

Total importe sistema de tierras

7.920,00 €

Varios

- Defensa de Transformadores

1 Defensa de Transformador 1: *Protección física transformador*

Protección metálica para defensa del transformador.

279,60 € 279,60 €

1 Defensa de Transformador 2: *Protección física transformador*

Protección metálica para defensa del transformador.

279,60 € 279,60 €

- Equipos de Iluminación en el edificio de transformación

1 Iluminación Edificio de Transformación: *Equipo de iluminación*

Equipo de iluminación compuesto de:

- Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.

- Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

720,00 €

720,00 €

Total importe de varios**2.119,20 €****Neto del presupuesto completo****78.846,00 €****0 % de imprevistos****0,00€****TOTAL PRESUPUESTO****78.846,00 €****D.Fco. Javier Expósito Hurtado,
Ingeniero Técnico Industrial**

- Equipos de operación, maniobra y seguridad en el edificio de transformación

1 Maniobra de Transformación: *Equipo de seguridad y maniobra*

Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:

- Banquillo aislante
- Par de guantes aislantes
- Extintor de eficacia 89B
- Una palanca de accionamiento
- Armario de primeros auxilios

840,00 €

840,00 €

Presupuesto total**Total importe obra civil 14.190,00 €****Total importe apartamentada de MT 17.340,00 €****Total importe equipos de potencia 26.877,60 €****Total importe equipos de BT 10.399,20 €****Total importe sistema de tierras 7.920,00 €**

ANEXO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Instalación Eléctrica Montesol -III- ZONA E. PITARCH

ELECTRICAS PITARCH

MEMORIA· **Resumen de Características**· **Titular**

El titular de la instalación a ceder a la cia. distribuidora es Junta de Compensacion "Montesol III".

· **Emplazamiento**

Cáceres.

· **Localidad**

Los Centros se hallan ubicados en la Cáceres , en una nueva urbanización a construir junto a la ronda Norte, dicha urbanización es Montesol 3 , la localización y coordenadas se reflejan en los documentos planos ..

· **Potencia Unitaria de cada Transformador y Potencia Total en kVA**

· Potencia del Transformador 1: 630 kVA

· Potencia del Transformador 2: 630 kVA

· **Potencia Total:** 1.260 kVA

· **Tipo de Transformador**

· Refrigeración del transformador 1: aceite

· Refrigeración del transformador 2: aceite

· **Volumen Total en Litros de Dieléctrico**

· Volumen de dieléctrico

transformador 1: 395 l

· Volumen de dieléctrico

transformador 2: 395 l

· **Volumen Total de Dieléctrico:** 790 l

· **Presupuesto Total**

· **Presupuesto Total:** 64.794,00 €

· **Objeto del Proyecto**

Este proyecto tiene por objeto definir las características de CUATRO centros destinados al suministro de energía eléctrica, así como justificar y valorar los materiales empleados en el mismo.

· **Reglamentación y Disposiciones Oficiales****Normas Generales**

· **Real Decreto 223/2008**, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

· **Real Decreto 337/2014**, de 9 de mayo, por el que se aprueban el **Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión**, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

· **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión**. Aprobado por Decreto 842/2002, de 02 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-2002.

· **Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT**. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de septiembre de 2002.

· **Autorización de Instalaciones Eléctricas**. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.

· **Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores**. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-1994.

- **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 (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).

- **Real Decreto 614/2001, de 8 de junio**, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.

- **Ley 24/2013** de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

- **Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía**, Decreto de 12 Marzo de 1954 y **Real Decreto 1725/84** de 18 de Julio.

- **Real Decreto 2949/1982** de 15 de Octubre de Acometidas Eléctricas.

- **NTE-IEP**. Norma tecnológica de 24-03-1973, para **Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra**.

- Normas **UNE / IEC**.

- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.

- Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.

- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.

- Normas particulares de la compañía suministradora.

- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

- Normas y recomendaciones de diseño del edificio:

- **CEI 62271-202** **UNE-EN 62271-202**

Centros de Transformación prefabricados.

- **NBE-X**

Normas básicas de la edificación.

- Normas y recomendaciones de diseño de aparamenta eléctrica:

- **CEI 62271-1** **UNE-EN 62271-1**

Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de Alta Tensión.

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

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

- **CEI 62271-200** **UNE-EN 62271-200**

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

- **CEI 62271-102** **UNE-EN 62271-102**

Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

- **CEI 62271-103** **UNE-EN 62271-103**

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

- **CEI 62271-105** **UNE-EN 62271-105**

Combinados interruptor - fusible de corriente alterna para Alta Tensión.

- Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:

- **CEI 60076-X**

Transformadores de Potencia.

- **UNE 21428-1-1**

Transformadores de Potencia.

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

- Normas y recomendaciones de diseño de transformadores (aceite):

- **EN 50464-2-1:2007**

Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material hasta 36 kV (Ratificada por AENOR en marzo de 2008).

- **UNE 21428-X-X**

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

- **UNE 21428**

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

- **Titular**

El titular de la instalación a ceder a la cia. distribuidora es Junta de Compensación "Montesol III".

- **Emplazamiento**

Los Centros se hallan ubicados en la Cáceres, en una nueva urbanización a construir junto a la ronda Norte, dicha urbanización es Montesol 3, la localización y coordenadas se reflejan en los documentos planos ..

- **Características Generales del Centro de Transformación**

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

La energía será suministrada por la compañía Eléctrica Pitarch a la tensión trifásica de 15 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

Los tipos generales de equipos de Media Tensión empleados en este proyecto son:

- **cgmcosmos**: Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

- **Programa de necesidades y potencia instalada en kVA**

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 400 V, con una potencia máxima simultánea de 4450 kW.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en este Centro de Transformación es de 1.260 kVA.

- **Descripción de la instalación**

- **Obra Civil**

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

Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

- **Características de los Materiales**

Edificio de Transformación: **pfu-5/20**

- Descripción

Los edificios **pfu** para Centros de Transformación, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos edificios prefabricados es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidadoso diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

- Envolvente

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

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

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

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

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

- Placa piso

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

- Accesos

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

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

- Ventilación

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

- Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

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

- Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad ISO 9001.

- Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

- Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación

Para la ubicación de los edificios PFU para Centros de Transformación es necesaria una excavación, Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras. cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

- Características Detalladas

Nº de transformadores:	2
Tipo de ventilación:	Doble
Puertas de acceso peatón:	1 puerta
Dimensiones exteriores	
Longitud:	6080 mm
Fondo:	2380 mm
Altura:	3045 mm
Altura vista:	2585 mm
Peso:	17460 kg

Dimensiones interiores

Longitud:	5900 mm
Fondo:	2200 mm
Altura:	2355 mm

Dimensiones de la excavación

Longitud:	6880 mm
Fondo:	3180 mm
Profundidad:	560 mm

· Instalación Eléctrica

· Características de la Red de Alimentación

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 15 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 375 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 14,4 kA eficaces.

· Características de la Aparamenta de Media Tensión

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

Celdas: **cgmcosmos**

Sistema de celdas de Media Tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF6 de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5 °C según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000 m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estándar:

- Construcción:

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.

3 Divisores capacitivos de 24 kV.

Bridas de sujección de cables de Media Tensión diseñadas para sujección de cables unipolares de hasta 630 mm² y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

-Seguridad:

Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados.

Posibilidad de instalación de enclavamientos por cerradura independientes en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.

Inundabilidad: equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

Grados de Protección :

- Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según EN 60529
- Cuba: IP X7 según EN 60529
- Protección a impactos en:
 - cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010
 - cuba: IK 09 según EN 5010

- Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

- Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas **cgmcosmos** es que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- Características eléctricas

Las características generales de las celdas **cgmcosmos** son las siguientes:

Tensión nominal	24 kV
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min)	
a tierra y entre fases	50 kV
a la distancia de seccionamiento	60 kV
Impulso tipo rayo	
a tierra y entre fases	125 kV
a la distancia de seccionamiento	145 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

- Características Descriptivas de la Aparamenta MT y Transformadores

Entrada / Salida 1: **cgmcosmos-I Interruptor-seccionador**

Celda con envolvente metálica, fabricada por **ORMAZABAL** , formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **cgmcosmos-I** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos **ekor.vpis** para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor.sas**.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
 - Intensidad asignada: 400 A
 - Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
 - Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
 - Nivel de aislamiento
- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 75 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
 - Capacidad de corte
- Corriente principalmente activa: 400 A
- Clasificación IAC: AFL

- Características físicas:

- Ancho: 365 mm
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 95 kg

- Otras características constructivas :

- Mecanismo de maniobra interruptor: manual tipo B

Entrada / Salida 2: **cgmcosmos-I Interruptor-seccionador**

Celda con envolvente metálica, fabricada por **ORMAZABAL** , formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **cgmcosmos-I** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos **ekor.vpis** para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor.sas**.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento

- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	28 kV	línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.	
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	75 kV		
· Capacidad de cierre (cresta):	40 kA	- Características eléctricas:	
· Capacidad de corte		· Tensión asignada:	24 kV
Corriente principalmente activa:	400 A	· Intensidad asignada en el embarrado:	400 A
· Clasificación IAC:	AFL	· Intensidad asignada en la derivación:	200 A
- Características físicas:		· Intensidad fusibles:	3x63 A
· Ancho:	365 mm	· Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 kA
· Fondo:	735 mm	· Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 kA
· Alto:	1740 mm	· Nivel de aislamiento	
· Peso:	95 kg		
- Otras características constructivas			
· Mando interruptor:	manual tipo B	Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 kV
Protección Transformador 1: cgmcosmos-p Protección fusibles		Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:		· Capacidad de cierre (cresta):	40 kA
La celda cgmcosmos-p de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekor.sas , que suena cuando habiendo tensión en la		· Capacidad de corte	
		Corriente principalmente activa:	400 A
		Clasificación IAC:	AFL

- Características físicas:

· Ancho:	470 mm
· Fondo:	735 mm
· Alto:	1740 mm
· Peso:	140 kg

- Otras características constructivas:

· Mando posición con fusibles:	manual tipo BR
· Combinación interruptor-fusibles:	combinados

Protección Transformador 2: *cgmcosmos-p* Protección fusibles

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **cgmcosmos-p** de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor.sas**, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

· Tensión asignada:	24 kV
· Intensidad asignada en el embarrado:	400 A

· Intensidad asignada en la derivación:	200 A
· Intensidad fusibles:	3x63 A
· Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 kA
· Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 kA
· Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 kV
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
· Capacidad de cierre (cresta):	40 kA
· Capacidad de corte	
Corriente principalmente activa:	400 A
Clasificación IAC:	AFL

- Características físicas:

· Ancho:	470 mm
· Fondo:	735 mm
· Alto:	1740 mm
· Peso:	140 kg

- Otras características constructivas:

· Mando posición con fusibles:	manual tipo BR
--------------------------------	----------------

- Combinación interruptor-fusibles: combinados

Transformador 1: **transforma aceite 24 kV**

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca ORMAZABAL, con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 15 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: +/- 2,5%, +/-5%, + 7,5%
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Termómetro

Transformador 2: **transforma aceite 24 kV**

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca ORMAZABAL, con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 15 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: +/- 2,5%, +/-5%, + 7,5%
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Termómetro

- Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión

Cuadros BT - B2 Transformador 1: **Cuadros Baja Tensión UNESA**

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), tipo UNESA AC-4, es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro AC-4 de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor de chapa blanca, en el que se distinguen las siguientes zonas:

- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares

En la parte superior del módulo AC-4 existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. Dentro de este compartimento, existen cuatro pletinas deslizantes que hacen la función de seccionador.

El acceso a este compartimento es por medio de una puerta abisagrada en dos puntos. Sobre ella se montan los elementos normalizados por la compañía suministradora.

- Zona de salidas

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

- Características eléctricas

- Tensión asignada: 440 V
- Intensidad asignada en los embarrados: 1600 A

Urbanización Sector S.1.05b “Montesol III” en Cáceres.		AGRUPACIÓN DE INTERÉS URBANÍSTICO DEL SECTOR S.1.05b DEL PGM DE CÁCERES		Doc. Nº1.- Memoria y sus Anejos.
<ul style="list-style-type: none"> Nivel de aislamiento 		<p>En la parte superior del módulo AC-4 existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. Dentro de este compartimento, existen cuatro pletinas deslizantes que hacen la función de seccionador.</p> <p>El acceso a este compartimento es por medio de una puerta abisagrada en dos puntos. Sobre ella se montan los elementos normalizados por la compañía suministradora.</p>		
<div> <div>Frecuencia industrial (1 min)</div> <div> <div>a tierra y entre fases:</div> <div>10 kV</div> </div> <div>entre fases:</div> <div>2,5 kV</div> </div>		<p>- Zona de salidas</p> <p>Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> Impulso tipo rayo: a tierra y entre fases: 20 kV 		<p>- Características eléctricas</p>		
<p>- Características constructivas:</p>		<ul style="list-style-type: none"> Tensión asignada: 440 V 		
<ul style="list-style-type: none"> Anchura: 580 mm Altura: 1690 mm Fondo: 290 mm 		<ul style="list-style-type: none"> Intensidad asignada en los embarrados: 1600 A 		
<p>- Otras características:</p>		<ul style="list-style-type: none"> Nivel de aislamiento 		
<ul style="list-style-type: none"> Salidas de Baja Tensión: 8 salidas (8 x 400 A) 		<p>Frecuencia industrial (1 min)</p> <div> <div>a tierra y entre fases:</div> <div>10 kV</div> </div> <div>entre fases:</div> <div>2,5 kV</div>		
<p>- Ampliación</p> <p>Dado que son necesarias 8 salidas de este tipo, se incluye también un cuadro AM-4 de ampliación, con las mismas características eléctricas que el módulo AC-4, y misma anchura y fondo que ese cuadro, pero una altura de sólo 1190 mm, ya que no incluye el compartimento superior.</p>		<p>Impulso tipo rayo:</p> <div> <div>a tierra y entre fases:</div> <div>20 kV</div> </div>		
<p>Cuadros BT - B2 Transformador 2: Cuadros Baja Tensión UNESA</p> <p>El Cuadro de Baja Tensión (CBT), tipo UNESA AC-4, es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.</p> <p>La estructura del cuadro AC-4 de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor de chapa blanca, en el que se distinguen las siguientes zonas:</p>		<p>- Características constructivas:</p>		
<p>- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares</p>		<ul style="list-style-type: none"> Anchura: 580 mm 		

- Altura: 1690 mm
- Fondo: 290 mm

- Otras características:

- Salidas de Baja Tensión: 8 salidas (8 x 400 A)

- Ampliación

Dado que son necesarias 8 salidas de este tipo, se incluye también un cuadro AM-4 de ampliación, con las mismas características eléctricas que el módulo AC-4, y misma anchura y fondo que ese cuadro, pero una altura de sólo 1190 mm, ya que no incluye el compartimento superior.

- Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

- Interconexiones de MT:

Puentes MT Transformador 1: **Cables MT 12/20 kV**

Cables MT 12/20 kV del tipo ##### ERROR #####, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR.

Puentes MT Transformador 2: **Cables MT 12/20 kV**

Cables MT 12/20 kV del tipo ##### ERROR #####, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR.

- Interconexiones de BT:

Puentes BT - B2 Transformador 1: **Puentes transformador-cuadro**

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 4xfase + 2xneutro.

Puentes BT - B2 Transformador 2: **Puentes transformador-cuadro**

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 4xfase + 2xneutro.

- Defensa de transformadores:

Defensa de Transformador 1: **Protección física transformador**

Protección metálica para defensa del transformador.

Defensa de Transformador 2: **Protección física transformador**

Protección metálica para defensa del transformador.

- Equipos de iluminación:

Iluminación Edificio de Transformación: **Equipo de iluminación**

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

- **Medida de la energía eléctrica**

Al tratarse de un Centro de Distribución público, no se efectúa medida de energía en MT.

- **Unidades de protección, automatismo y control**

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

- **Puesta a tierra**

- Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc. , así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

- Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

- **Instalaciones secundarias**

- Armario de primeros auxilios

El Centro de Transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.

- Medidas de seguridad

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

3- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

4- Los mandos de la apartamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la apartamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

- **Planificación**

Las diferentes etapas del proyecto son: [a completar por el usuario]

- **Limitación de campos magnéticos**

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

Mediante ensayo tipo se comprueba que las envolventes prefabricadas de Ormazabal especificadas en este proyecto, de acuerdo a IEC/TR 62271-208, no superan los siguientes valores del campo magnético a 200 mm del exterior del centro de transformación, de acuerdo al Real Decreto 1066/2001:

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

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

De acuerdo al apartado 2 de la ITC-RAT 03 del RD 337/2014, el ensayo tipo de emisión electromagnética del centro de transformación forma parte del Expediente Técnico, el cual Ormazabal mantiene a la disposición de la autoridad nacional española de vigilancia de mercado, tal y como se estipula en dicha ITC-RAT.

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

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

El técnico competente, D. Fco. Javier Expósito Hurtado, Ingeniero Técnico Industrial -Eléctrico

· CÁLCULOS

· **Intensidad de Media Tensión**

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.1.a)$$

donde:

P	potencia del transformador [kVA]
U _p	tensión primaria [kV]
I _p	intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 15 kV.

Para el transformador 1, la potencia es de 630 kVA.

- I_p = 24,2 A

Para el transformador 2, la potencia es de 630 kVA.

- I_p = 24,2 A

Por tanto la intensidad total de MT que hay es:

- I_{tot} = 48,5 A

· **Intensidad de Baja Tensión**

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2.2.a)$$

donde:

P	potencia del transformador [kVA]
U _s	tensión en el secundario [kV]
I _s	intensidad en el secundario [A]

Para el transformador 1, la potencia es de 630 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

$$\cdot I_s = 866 \text{ A.}$$

Para el transformador 2, la potencia es de 630 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

$$\cdot I_s = 866 \text{ A.}$$

· **Cortocircuitos**

· **Observaciones**

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

· **Cálculo de las intensidades de cortocircuito**

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.3.2.a)$$

donde:

S _{cc}	potencia de cortocircuito de la red [MVA]
U _p	tensión de servicio [kV]
I _{ccp}	corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \quad (2.3.2.b)$$

donde:

P	potencia de transformador [kVA]
E _{cc}	tensión de cortocircuito del transformador [%]
U _s	tensión en el secundario [V]
I _{ccs}	corriente de cortocircuito [kA]

· **Cortocircuito en el lado de Media Tensión**

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 375 MVA y la tensión de servicio 15 kV, la intensidad de cortocircuito es :

$$\cdot I_{ccp} = 14,4 \text{ kA}$$

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

Para el transformador 1, la potencia es de 630 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

$$\cdot I_{ccs} = 21,7 \text{ kA}$$

Para el transformador 2, la potencia es de 630 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

· $I_{ccs} = 21,7 \text{ kA}$

· **Dimensionado del embarrado**

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

· **Comprobación por densidad de corriente**

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

· **Comprobación por sollicitación electrodinámica**

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.2.a de este capítulo, por lo que:

· $I_{cc(din)} = 36,1 \text{ kA}$

· **Comprobación por sollicitación térmica**

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

· $I_{cc(ter)} = 14,4 \text{ kA}$.

· **Protección contra sobrecargas y cortocircuitos**

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

Transformador 1

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 50 A.

La celda de protección de este transformador no incorpora relé, al considerarse suficiente el empleo de las otras protecciones.

Termómetro

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

- Protecciones en BT

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 2.3.4.

Transformador 2

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 50 A.

La celda de protección de este transformador no incorpora relé, al considerarse suficiente el empleo de las otras protecciones.

Termómetro

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

- Protecciones en BT

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 2.3.4.

· **Dimensionado de los puentes de MT**

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

Transformador 1

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 24,2 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 235 A para un cable de sección de 95 mm² de Al según el fabricante.

Transformador 2

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 24,2 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 235 A para un cable de sección de 95 mm² de Al según el fabricante.

- **Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.**

Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 97624-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1000 kVA
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA

- **Dimensionado del pozo apagafuegos**

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

- **Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra**

- **Investigación de las características del suelo**

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm·m.

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

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

De la red:

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

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

- **Diseño preliminar de la instalación de tierra**

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

- **Cálculo de la resistencia del sistema de tierra**

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: Ur = 15 kV

I_d intensidad de falta a tierra [A]

Puesta a tierra del neutro:

- Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 1000$ A

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 8000$ V

Características del terreno:

- Resistencia de tierra $R_o = 150$ Ohm·m
- Resistencia del hormigón $R'o = 3000$ Ohm

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (2.9.4.a)$$

donde:

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

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm} \quad (2.9.4.b)$$

donde:

I_{dm} limitación de la intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

- $I_d = 1000$ A

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

- $R_t = 8$ Ohm

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una K_r más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (2.9.4.c)$$

donde:

R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
 R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 K_r coeficiente del electrodo

- Centro de Transformación

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

- $K_r \leq 0,0533$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 70-40/8/84

(2.9.4.d)

· Geometría del sistema: Anillo rectangular

donde:

· Distancia de la red: 7.0x4.0 m

· Profundidad del electrodo horizontal: 0,8 m

· Número de picas: ocho

· Longitud de las picas: 4 metros

K_r coeficiente del electrodo

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

R'_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Transformación:

· $R'_t = 7,95 \text{ Ohm}$

Parámetros característicos del electrodo:

· De la resistencia $K_r = 0,053$

· De la tensión de paso $K_p = 0,0078$

· De la tensión de contacto $K_c = 0,0198$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):

· $I'_d = 1000 \text{ A}$

· **Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación**

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

La tensión de defecto vendrá dada por:

· Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.9.5.a)$$

· En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.

donde:

R'_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

I'_d intensidad de defecto [A]

V'_d tensión de defecto [V]

· En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

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

$$R'_t = K_r \cdot R_o$$

por lo que en el Centro de Transformación:

V'_p tensión de paso en el exterior [V]

· $V'd = 7950 \text{ V}$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.5.b)$$

donde:

K_c coeficiente
 R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 I'_d intensidad de defecto [A]
 V'_c tensión de paso en el acceso [V]

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

· $V'c = 2970 \text{ V}$

· Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.6.a)$$

donde:

K_p coeficiente
 R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 I'_d intensidad de defecto [A]

por lo que, para este caso:

· $V'p = 1170 \text{ V}$ en el Centro de Transformación

· Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

· $t = 0,7 \text{ s}$

Tensión de paso en el exterior:

$$Up = 10 * U_{ca} \left[1 + \frac{2 * R_{a1} + 6 * R_o}{1000} \right]$$

(2.9.7.a)

donde:

U_{ca} valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 R_{a1} Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

· $Vp = 6313 \text{ V}$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$U_{pacc} = 10 * U_{ca} \left[1 + \frac{2 * R_{a1} + 3 * R_0 + 3 * R'_0}{1000} \right]$$

(2.9.7.b)

donde:

V_{ca} valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

R'_o resistividad del hormigón en [Ohm·m]

R_{a1} Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

$$V_p(acc) = 15461,5 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V'_p = 1170 \text{ V} < V_p = 6313 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_p(acc) = 2970 \text{ V} < V_p(acc) = 15461,5 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$V'_d = 7950 \text{ V} < V_{bt} = 8000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$I_a = 50 \text{ A} < I_d = 1000 \text{ A} < I_{dm} = 1000 \text{ A}$$

Investigación de las tensiones transferibles al exterior

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

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi}$$

(2.9.8.a)

donde:

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'_d intensidad de defecto [A]

D distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

$$D = 23,87 \text{ m}$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación: 5/22 (según método UNESA)
- Geometría: Picas alineadas
- Número de picas: dos

- Longitud entre picas: 2 metros
- Profundidad de las picas: 0,5 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,201$
- $K_c = 0,0392$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,201 \cdot 150 = 30,15 < 37 \text{ Ohm}$$

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

· **Corrección y ajuste del diseño inicial**

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

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

· **PLIEGO DE CONDICIONES**

El técnico competente, D. Fco. Javier Expósito Hurtado, Ingeniero Técnico Industrial -Eléctrico

· Calidad de los materiales**· Obra civil**

La(s) envolvente(s) empleada(s) en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

· Aparamenta de Media Tensión

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- -Aislamiento:El aislamiento integral en gas 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 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 entradas de agua en el centro.
- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, 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.

· Transformadores de potencia

El transformador o transformadores instalados en este Centro de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

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 cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

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

Al tratarse de un Centro para distribución pública, no se incorpora medida de energía en MT, por lo que ésta se efectuará en las condiciones establecidas en cada uno de los ramales en el punto de derivación hacia cada cliente en BT, atendiendo a lo especificado en el Reglamento de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

- Separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

- Mantenimiento

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

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

Las celdas tipo CGMcosmos de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

· **Normas de ejecución de las instalaciones**

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

· **Pruebas reglamentarias**

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

· **Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad**

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

· **Certificados y documentación**

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

Libro de órdenes

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

El técnico competente, D. Fco. Javier Expósito Hurtado, Ingeniero Técnico Industrial -Eléctrico

Presupuesto Unitario EN ZONA DE E. PITARCH SON 4 CENTROS IGUALES AL DEL ANEXO.**Obra civil****1 Edificio de Transformación: pfu-5/20**

Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo pfu-5/20, de dimensiones generales aproximadas 6080 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios.

11.825,00 € 11.825,00 €

Total importe obra civil

11.825,00 €

Equipo de MT**1 Entrada / Salida 1: cgmcosmos-I**

Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:

- Un = 24 kV
- In = 400 A
- Icc = 16 kA / 40 kA
- Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm
- Mando: manual tipo B

Se incluyen el montaje y conexión.

3.675,00 € 3.675,00 €

PRESUPUESTO

1	Entrada / Salida 2: cgmcosmos-l Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:		
	<ul style="list-style-type: none"> · Un = 24 kV · In = 400 A · Icc = 16 kA / 40 kA · Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm · Mando: manual tipo B 		
	Se incluyen el montaje y conexión.	3.675,00 €	3.675,00 €

1	Protección Transformador 1: cgmcosmos-p Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:		
	<ul style="list-style-type: none"> · Un = 24 kV · In = 400 A · Icc = 16 kA / 40 kA · Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm · Mando (fusibles): manual tipo BR 		
	Se incluyen el montaje y conexión.	3.500,00 €	3.500,00 €

1	Protección Transformador 2: cgmcosmos-p Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:		
	<ul style="list-style-type: none"> · Un = 24 kV · In = 400 A · Icc = 16 kA / 40 kA · Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm · Mando (fusibles): manual tipo BR 		
	Se incluyen el montaje y conexión.	3.500,00 €	3.500,00 €

1	Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV Cables MT 12/20 kV del tipo ##### ERROR #####, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR. En el otro extremo son del tipo enchufable recta y modelo K152SR.		
		1.175,00 €	1.175,00 €

1	Puentes MT Transformador 2: Cables MT 12/20 kV Cables MT 12/20 kV del tipo ##### ERROR #####, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR. En el otro extremo son del tipo enchufable recta y modelo K152SR.		
		1.175,00 €	1.175,00 €

Total importe apartamentas de MT **16.700,00 €**

· Equipo de Potencia

1	Transformador 1: transforma aceite 24 kV Transformador trifásico reductor de tensión marca ORMAZABAL, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 15 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de +/- 2,5%, +/- 5%, + 7,5%. Se incluye también una protección con Termómetro.		
		11.199,00 €	11.199,00 €

1 Transformador 2: *transforma aceite 24 kV*

Transformador trifásico reductor de tensión marca ORMAZABAL, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 15 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de +/- 2,5%, +/-5%, + 7,5%.

Se incluye también una protección con Termómetro.

11.199,00 € 11.199,00 €

Total importe equipos de potencia

22.398,00 €

· Equipo de Baja Tensión**1 Cuadros BT - B2 Transformador 1: *Cuadros Baja Tensión UNESA***

Cuadro de BT UNESA, con 8 salidas con fusibles salidas trifásicas con fusibles en bases ITV, y demás características descritas en la Memoria.

2.500,00 € 2.500,00 €

1 Cuadros BT - B2 Transformador 2: *Cuadros Baja Tensión UNESA*

Cuadro de BT UNESA, con 8 salidas con fusibles salidas trifásicas con fusibles en bases ITV, y demás características descritas en la Memoria.

2.500,00 € 2.500,00 €

1 Puentes BT - B2 Transformador 1: *Puentes BT - B2 Transformador 1*

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 4xfase + 2xneutro de 2,5 m de longitud.

1.300,00 € 1.300,00 €

1 Puentes BT - B2 Transformador 2: *Puentes BT - B2 Transformador 2*

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 4xfase + 2xneutro de 2,5 m de longitud.

1.300,00 € 1.300,00 €

Total importe equipos de BT

7.600,00 €

Sistema de Puesta a Tierra**- Instalaciones de Tierras Exteriores****1 Tierras Exteriores Prot Transformación: *Anillo rectangular***

Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo.

El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro.

Características:

- Geometría: Anillo rectangular
- Profundidad: 0,8 m
- Número de picas: ocho
- Longitud de picas: 4 metros
- Dimensiones del rectángulo: 7.0x4.0 m

2.025,00 € 2.025,00 €

1 Tierras Exteriores Serv Transformación: Picas alineadas

Tierra de servicio o neutro del transformador.
Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.

Características:

- Geometría: Picas alineadas
- Profundidad: 0,5 m
- Número de picas: dos
- Longitud de picas: 2 metros
- Distancia entre picas: 3 metros

630,00 € 630,00 €

- Instalaciones de Tierras Interiores**1 Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tierras**

Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás apartada de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.

925,00 € 925,00 €

1 Tierras Interiores Serv Transformación: Instalación interior tierras

Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.

925,00 € 925,00 €

Total importe sistema de tierras

4.505,00 €

Varios

- Defensa de Transformadores

1 Defensa de Transformador 1: Protección física transformador

Protección metálica para defensa del transformador.

233,00 € 233,00 €

1 Defensa de Transformador 2: Protección física transformador

Protección metálica para defensa del transformador.

233,00 € 233,00 €

- Equipos de Iluminación en el edificio de transformación

1 Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación

Equipo de iluminación compuesto de:

·Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.

·Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

600,00 € 600,00 €

- Equipos de operación, maniobra y seguridad en el edificio de transformación

1 Maniobra de Transformación: **Equipo de seguridad y maniobra**

Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:

- Banquillo aislante
- Par de guantes aislantes
- Extintor de eficacia 89B
- Una palanca de accionamiento
- Armario de primeros auxilios

700,00 € 700,00 €

Presupuesto total

Total importe obra civil	11.825,00 €
Total importe apartamentada de MT	16.700,00 €
Total importe equipos de potencia	22.398,00 €
Total importe equipos de BT	7.600,00 €
Total importe sistema de tierras	4.505,00 €
Total importe de varios	1.766,00 €
Neto del presupuesto completo	64.794,00 €
0 % de imprevistos	0,00€
TOTAL PRESUPUESTO (CT -E.PITARCH)	64.794,00 €

PLIEGO DE CONDICIONES

D.Fco. Javier Expósito Hurtado,
Ingeniero Técnico Industrial

1. OBJETO Y ALCANCE

Se refiere el presente pliego de condiciones a las exigencias que deben reunir los materiales a utilizar en las instalaciones a que nos referimos, así como por las que ha de regirse el contratista-instalador autorizado, o en su caso, quien corresponda para la ejecución correcta y terminación de las mismas.

Las cláusulas referidas a calidad de materiales, normas de instalación, seguridad, y en general todas las de índole, son inalterables.

Las cláusulas de índole económica son susceptibles de modificación, por voluntad expresa de ambas partes, que se reflejará en el oportuno contrato anexo.

2. CALIDAD DE LOS MATERIALES

Todos los materiales empleados en la ejecución de la instalación tendrán, como mínimo, las características especificadas en este Pliego de Condiciones, empleándose siempre materiales homologados según las normas UNE

2.1. OBRA CIVIL

El edificio destinado a alojar en su interior las instalaciones será una construcción prefabricada de hormigón.

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

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

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

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

equipotencialidad entre éstos.

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

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

La envolvente empleada en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

2.2 APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN

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

- UNE 20-090, 20-135.
- UNE-EN 60265-1, 60129.
- CEI 60298, 60420, 60265, 60129.
- UNESA Recomendación 6407 A.

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Los conjuntos compactos deberán tener una envolvente única con dieléctrico de hexafluoruro de azufre. Toda la aparamenta estará agrupada en el interior de una cuba metálica estanca rellena de hexafluoruro de azufre con una sobrepresión de 0'1 bar sobre la presión atmosférica, sellada de por vida y acorde a la norma CEI 56-4-17, clase III.

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

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

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

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

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.

- Tensión nominal	24 kV.
- Nivel de aislamiento:	
a) a la frecuencia industrial de 50 Hz	50 kV ef.1mn.
b) a impulsos tipo rayo	125 kV cresta.
- Intensidad nominal funciones línea	400 A.
- Intensidad nominal otras funciones	200 A.
- Intensidad de corta duración admisible	16 kA ef. 1s.

INTERRUPTORES.

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

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

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

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

En servicio, se deberán cumplir las exigencias siguientes:

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

CORTACIRCUITOS-FUSIBLES.

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

Según la instrucción ITC-BT-19 en su apartado 2.2.2, en instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, la sección del conductor del neutro será como mínimo igual a la de las fases.

2.3. TRANSFORMADOR

El transformador instalado en este Centro de Transformación será trifásico, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Este transformador se instalará 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 cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

El transformador, para mejor ventilación, estará situado 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.

6. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

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

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

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.

El instalador autorizado queda obligado en todo momento a realizar la instalación siguiendo las prescripciones aquí reseñadas. Para cualquier rectificación, será consultado previamente con el realizador del presente proyecto.

4. PRUEBAS REGLAMENTARIAS

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

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

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

5. CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS

5.1. RECEPCIÓN PROVISIONAL

Al terminarse la obra, montaje o instalación, se practicará en ella un detenido reconocimiento de lo realizado por el Técnico-Director, Propiedad y con presencia del contratista o su representante.

De lo que resulte, se levantará acta, empezando a contar ese día el plazo de garantía que se establecerá si la obra, montaje o instalación se encontrase en estado de ser admitida.

Si no fuese así, se reflejarán en el acta o contrato las anomalías observadas, fijando un plazo para subsanar los defectos, y al finalizar dicho plazo se realizará una nueva inspección de la misma.

5.2. VALORACIÓN DE LA OBRA, MONTAJE O INSTALACIÓN ELÉCTRICA

A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el presupuesto, en los cuales están incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones, y el importe de los derechos fiscales con que se hallan gravados por el estado, Provincia o Municipio; además de los gastos generales de la contrata.

Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el presente proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

5.3. FORMA DE PAGO

Se realizará mediante certificaciones de la obra realizada aprobada por el Técnico-Director o en su caso la propiedad.

5.4. PLAZO DE EJECUCIÓN

El contratista dará comienzo a las obras tan pronto como reciba las órdenes del Técnico-Director o en su caso la propiedad y de acuerdo con los plazos legales establecidos.

La obra, montaje o instalación deberá seguir el ritmo que determine el Técnico-Director o propiedad, con objeto de que estén terminados en el plazo previsto, que empezará a contarse a partir de la formalización del contrato.

5.5. PLAZO DE GARANTÍA

Será el que medie entre la recepción provisional y la definitiva. Tendrá una duración de 6 meses contados desde la recepción provisional, y cubrirá todas las anomalías que puedan presentarse y que no sean debidas a daños causados por terceros o a un deficiente manejo de la instalación.

5.6. RECEPCIÓN DEFINITIVA

Se verificará después de transcurrido el plazo de garantía de igual manera que en la recepción provisional. A partir de esta recepción definitiva, si bien, cesará la obligación del contratista de reparar a su cargo aquellos defectos inherentes a la normal conservación de la obra, montaje o instalación, subsistirán las responsabilidades que pudieran alcanzarle por defecto oculto o deficiencia de causa dolosa.

6. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD**PREVENCIÓNES GENERALES.**

- 1) El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.
- 2) En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.
- 3) Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.
- 4) Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.
- 5) Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.
- 6) Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.
- 7) Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

PUESTA EN SERVICIO.

- 1) Se conectarán primero los interruptores-seccionadores de alta, dejando en vacío el transformador. En último término, se conectará la red de baja tensión.
- 2) 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.

- 1) Se procederá en orden inverso al determinado en el apartado "puesta en servicio", o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después los interruptores-seccionadores de alta.
- 2) Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.
- 3) 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 limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Si hubiera de intervenir en la parte de línea comprendida entre la celda de entrada y seccionador aéreo exterior se avisará por escrito a la compañía suministradora de energía eléctrica para que corte la corriente en la línea alimentadora, no comenzando los trabajos sin la conformidad de ésta, que no restablecerá el servicio hasta recibir, con las debidas garantías, notificación de que la línea de alta se encuentra en perfectas condiciones, para garantizar la seguridad de personas y cosas.
- 4) La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

PREVENCIÓNES ESPECIALES.

- 1) No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

- 2) No debe de sobrepasar los 60 °C la temperatura del líquido refrigerante, en los aparatos que lo tuvieran, y cuando se precise cambiarlo se empleará de la misma calidad y características.
- 3) 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.

7. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

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

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

8. LIBRO DE ÓRDENES

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

CÁCERES, JUNIO DE 2.016

**FDO: F. JAVIER EXPOSITO HURTADO
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
COLEGIADO N° 666**