



Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

PROYECTO FIN DE CARRERA ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO INDUSTRIAL

Titulación:
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL

Intensificación:
ELECTRICIDAD

Alumno/a:
LUIS IGNACIO CANDEL LAVEDA

Director/a/s:
JUAN JOSE PORTERO RODRIGUEZ

Cartagena, 14 de Febrero de 2013.

MEMORIA

ÍNDICE

1.- MEMORIA.

1.1.- Objeto del proyecto.

1.2.- Titulares de la instalación; al inicio y al final.

1.3.- Usuario de la instalación.

1.4.- Emplazamiento de la instalación.

1.5.- Legislación y normativa aplicable.

1.6.- Plazo de ejecución de las instalaciones.

1.7.- Descripción de la instalación.

1.7.1.- Descripción genérica de la instalación.

1.7.2.- Descripción de la red de baja tensión.

1.7.2.1.- Trazado.

1.7.2.2.- Inicio y final de línea.

1.7.2.3.- Cruzamientos, paralelismos, etc.

1.7.2.4.- Relación de propietarios afectados con dirección y D.N.I.

1.7.2.3.- Puesta a tierra.

1.7.3.- Descripción de la red de media tensión.

1.7.3.1- Trazado.

1.7.3.2.-Puntos de entronque.

1.7.3.3.-Longitud.

1.7.3.4.-Relación de cruzamientos, paralelismos, etc.

1.7.3.5.-Relación de propietarios afectados, con dirección y D.N.I.

1.7.3.6.- Materiales.

1.7.3.7.-Conductores.

1.7.3.8.-Accesorios.

1.7.3.9.-Protecciones eléctricas de principio y fin delínea.

1.7.3.10.-Zanjas y sistemas de enterramiento

1.7.3.11.-Medidas de señalización y seguridad.

1.7.3.12.- Puesta a tierra.

1.7.4.-Descripción Centros de transformación.

1.7.4.1.- Centro de Transformación 400 kVA.

1.7.4.1.1.-Descripción de la instalación.

1.7.4.1.1.1.- Obra civil.

1.7.4.1.2.-Instalación eléctrica.

1.7.4.1.2.1.-Características de la Aparamenta de Media Tensión

1.7.4.1.2.2.-Características Descriptivas de la Aparamenta MT y Transformadores

1.7.4.1.2.3.- Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión

1.7.4.1.2.4.-Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión.

1.7.4.1.3.-Medida de la energía eléctrica

1.7.4.1.3.1.-Unidades de protección, automatismo y control

1.7.4.1.4.-Puesta a tierra

1.7.4.1.4.1.- Tierra de protección

1.7.4.1.4.2.- Tierra de servicio

1.7.4.1.5.- Instalaciones secundarias

1.7.4.2.- Centro de Transformación y Reparto 400 kVA.

1.7.4.2.1.-Descripción de la instalación.

1.7.4.2.1.1.- Obra civil.

1.7.4.2.2.-Instalación eléctrica.

1.7.4.2.2.1.-Características de la Aparamenta de Media Tensión

1.7.4.2.2.2.-Características Descriptivas de la Aparamenta MT y Transformadores

1.7.4.2.2.3.- Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión

1.7.4.2.2.4.-Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión.

1.7.4.2.3.-Medida de la energía eléctrica

1.7.4.2.3.1.-Unidades de protección, automatismo y control

1.7.4.2.4.-Puesta a tierra

1.7.4.2.4.1.- Tierra de protección

1.7.4.2.4.2.- Tierra de servicio

1.7.4.2.5.- Instalaciones secundarias

2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

2.1.- Red de Baja Tensión.

2.1.1.- Centro de Transformación 1.

2.1.1.1.- Anillo 1.

2.1.1.1.1.- Previsión de potencia.

2.1.1.1.2.- Intensidad.

2.1.1.1.3.- Caídas de tensión.

2.1.1.1.4.- Resultado de cálculos.

2.1.1.2.- Anillo 2.

2.1.1.2.1.- Previsión de potencia.

2.1.1.2.2.- Intensidad.

2.1.1.2.3.- Caídas de tensión.

2.1.1.2.4.- Resultado de cálculos.

2.1.2.- Centro de Transformación 2.

2.1.2.1.- Anillo 1.

2.1.2.1.1.- Previsión de potencia.

2.1.2.1.2.- Intensidad.

2.1.2.1.3.- Caídas de tensión.

2.1.2.1.4.- Resultado de cálculos.

2.1.2.2.- Anillo 2.

2.1.2.2.1.- Previsión de potencia.

2.1.2.2.2.- Intensidad.

2.1.2.2.3.- Caídas de tensión.

2.1.2.2.4.- Resultado de cálculos.

2.1.3.- Centro de Transformación 3.

2.1.3.1.- Anillo 1.

2.1.3.1.1.- Previsión de potencia.

2.1.3.1.2.- Intensidad.

2.1.3.1.3.- Caídas de tensión.

2.1.3.1.4.- Resultado de cálculos.

2.1.3.2.- Anillo 2.

2.1.3.2.1.- Previsión de potencia.

2.1.3.2.2.- Intensidad.

2.1.3.2.3.- Caídas de tensión.

2.1.3.2.4.- Resultado de cálculos.

2.1.4.- Centro de Transformación 4.

2.1.4.1.- Anillo 1.

2.1.4.1.1.- Previsión de potencia.

2.1.4.1.2.- Intensidad.

2.1.4.1.3.- Caídas de tensión.

2.1.4.1.4.- Resultado de cálculos.

2.1.4.2.- Anillo 2.

2.1.4.2.1.- Previsión de potencia.

2.1.4.2.2.- Intensidad.

2.1.4.2.3.- Caídas de tensión.

2.1.4.2.4.- Resultado de cálculos.

2.1.5.- Centro de Transformación 5.

2.1.5.1.- Anillo 1.

2.1.5.1.1.- Previsión de potencia.

2.1.5.1.2.- Intensidad.

2.1.5.1.3.- Caídas de tensión.

2.1.5.1.4.- Resultado de cálculos.

2.1.5.2.- Anillo 2.

2.1.5.2.1.- Previsión de potencia.

2.1.5.2.2.- Intensidad.

2.1.5.2.3.- Caídas de tensión.

2.1.5.2.4.- Resultado de cálculos.

2.2.- Red de Media Tensión.

2.2.1.- Acometida – Centro de Transformación y Reparto.

2.2.1.1.- Previsión de potencia.

2.2.1.2.- Intensidad y densidad de corriente.

2.2.1.3.- Caída de tensión.

2.2.1.4.- Cortocircuito.

2.2.1.5.- Resultado de cálculos.

2.2.1.6.- Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, Raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación o reducción.

2.2.2.- Anillo de Media Tensión.

2.2.2.1.- Previsión de potencia.

2.2.2.2.- Intensidad y densidad de corriente.

2.2.2.3.- Caída de tensión.

2.2.2.4.- Cortocircuito.

2.2.2.5.- Resultado de cálculos.

2.2.2.6.- Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, Raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación o reducción.

2.2.3.- Centro de Transformación y Reparto –Centro de Transformación Abonado.

2.2.3.1.- Previsión de potencia.

2.2.3.2.- Intensidad y densidad de corriente.

2.2.3.3.- Caída de tensión.

2.2.3.4.- Cortocircuito.

2.2.3.5.- Resultado de cálculos.

2.2.3.6.- Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, Raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación o reducción.

2.3.-Centros de Transformación.

2.3.1.- Centro de Transformación 400 kVA.

2.3.1.1.- Intensidad de alta tensión.

2.3.1.2.- Intensidad de baja tensión.

2.3.1.3.- Cortocircuitos.

2.3.1.3.1.-Observaciones.

2.3.1.3.2.-Calculo de las Corrientes de Cortocircuito.

2.3.1.3.3.-Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

2.3.1.3.4.-Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

2.3.1.4.- Dimensionado del embarrado.

2.3.1.4.1.- Comprobación por densidad de corriente.

2.3.1.4.2.- Comprobación por sollicitación electrodinámica.

2.3.1.4.3.- Comprobación por sollicitación térmica.

2.3.1.5.- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

2.3.1.6.- Dimensionado de los puentes de MT.

2.3.1.7.- Dimensionado de la ventilación del C.T.

2.3.1.8.- Dimensiones del pozo apagafuegos.

2.3.1.9.- Cálculos de las instalaciones de puesta a tierra.

2.3.1.9.1.-Investigación de las características del suelo.

2.3.1.9.2.-Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra, y del tiempo máximo de eliminación del defecto.

2.3.1.9.3- Diseño preliminar de la instalación de tierra.

2.3.1.9.4.- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.

2.3.1.9.5.- Cálculo de las tensiones de paso interior de la instalación.

2.3.1.9.6.- Cálculo de las tensiones en de paso el exterior de la instalación.

2.3.1.9.7.- Cálculo de las tensiones aplicadas.

2.3.1.9.8.- Investigación de las tensiones transferibles al exterior.

2.3.1.9.9.- Corrección y ajuste del diseño inicial, estableciendo el definitivo.

2.3.2.- Centro de Transformación y Reparto 400 kVA.

- 2.3.2.1.- Intensidad de alta tensión.**
- 2.3.2.2.- Intensidad de baja tensión.**
- 2.3.2.3.- Cortocircuitos.**
 - 2.3.2.3.1.-Observaciones.**
 - 2.3.2.3.2.-Calculo de las Corrientes de Cortocircuito.**
 - 2.3.2.3.3.-Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.**
 - 2.3.2.3.4.-Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.**
- 2.3.2.4.- Dimensionado del embarrado.**
 - 2.3.2.4.1.- Comprobación por densidad de corriente.**
 - 2.3.2.4.2.- Comprobación por sollicitación electrodinámica.**
 - 2.3.2.4.3.- Comprobación por sollicitación térmica.**
- 2.3.2.5.- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.**
- 2.3.2.6.- Dimensionado de los puentes de MT.**
- 2.3.2.7.- Dimensionado de la ventilación del C.T.**
- 2.3.2.8.- Dimensiones del pozo apagafuegos.**
- 2.3.2.9.- Cálculos de las instalaciones de puesta a tierra.**
 - 2.3.2.9.1.-Investigación de las características del suelo.**
 - 2.3.2.9.2.-Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra, y del tiempo máximo de eliminación del defecto.**
 - 2.3.2.9.3- Diseño preliminar de la instalación de tierra.**
 - 2.3.2.9.4.- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.**
 - 2.3.2.9.5.- Cálculo de las tensiones de paso interior de la instalación.**
 - 2.3.2.9.6.- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.**
 - 2.3.2.9.7.- Cálculo de las tensiones aplicadas.**
 - 2.3.2.9.8.- Investigación de las tensiones transferibles al exterior.**
 - 2.3.2.9.9.- Corrección y ajuste del diseño inicial, estableciendo el definitivo.**

3.- PLIEGO DE CONDICIONES.

3.1.- Generalidades.

3.2.- INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN.

3.2.1.- Calidad de los materiales. Condiciones y ejecución.

3.2.1.1.- Conductores: Tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones.

3.2.1.2.- Señalización.

3.2.1.3.- Empalmes y terminales.

3.2.1.4.- Accesorios.

3.2.1.5.- Medidas eléctricas.

3.2.1.6.- Obra civil.

3.2.1.7.- Zanjas: Ejecución, tendido, cruzamientos, señalización y acabado.

3.2.2.- Normas generales para la ejecución de las instalaciones.

3.2.3.- Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar la obra.

3.2.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.

3.2.5.- Revisiones, inspecciones y pruebas periódicas reglamentarias a efectuar por parte de instaladores, de mantenedores y/o de organismos de control.

3.3.- INSTALACIÓN MEDIA TENSIÓN.

3.3.1.- Calidad de los materiales. Condiciones y ejecución.

3.3.1.1.-Conductores: Tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones

3.3.1.2.-Accesorios.

3.3.1.3.-Obra civil.

3.3.1.4.-Zanjas: ejecución, tendido, cruzamientos, paralelismos, señalización y acabado.

3.3.2.- Normas generales para la ejecución de las instalaciones.

3.4.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN MINIBLOCK.

3.4.1.- Calidad de los materiales.

3.4.1.1.- Obra Civil.

3.4.1.2.- Aparamenta de Alta Tensión.

3.4.1.3.- Transformadores de potencia.

3.4.1.4.- Equipos de Medida.

3.5.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PFU 5/20.

3.5.1.- Calidad de los materiales.

3.5.1.1.- Obra Civil.

3.5.1.2. -Aparamenta de Alta Tensión.

3.5.1.3.- Transformadores de potencia

3.5.1.4.- Equipos de Medida.

3.5.2.- Normas de ejecución de las instalaciones.

3.5.3.- Pruebas reglamentarias.

3.5.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.

3.5.5.- Certificados y documentación.

3.5.6.- Libro de órdenes.

4.- PRESUPUESTO.

4.1.- Presupuesto Baja Tensión.

4.2.- Presupuesto Media Tensión.

4.3.- Presupuesto Centros Transformación.

4.3.1.- Centro de Transformación miniBLOCK.

4.3.1.1.- Obra civil

4.3.1.2.- Equipos de Media Tensión

4.3.1.3.- Interconexiones de Media Tensión

4.3.1.4.- Equipo de potencia

4.3.1.5.- Equipo de Baja Tensión

4.3.1.6.- Interconexiones de Baja Tensión

4.3.1.7.- Varios

4.3.1.8- Sistema de Puesta a Tierra

4.3.1.8.1.- Instalaciones de Tierras Exteriores

4.3.1.8.2.- Instalaciones de Tierras Interiores

4.3.1.9.- Presupuesto total

4.3.2.- Centro de Transformación y Reparto PFU 5/20.

4.3.2.1.- Obra civil

4.3.2.2.- Equipos de Media Tensión

4.3.2.3.- Equipo de potencia

4.3.2.4.- Equipo de Baja Tensión

4.3.2.5- Sistema de Puesta a Tierra

4.3.2.5.1.- Instalaciones de Tierras Exteriores

4.3.2.5.2.- Instalaciones de Tierras Interiores

4.3.2.6.- Presupuesto total

5.- PLANOS

5.1.- Emplazamiento.

5.2.- Situación.

5.3.- Centro de Transformación n° 1. Anillos BT.

5.4.- Centro de Transformación n° 2. Anillos BT.

5.5.- Centro de Transformación n° 3. Anillos BT.

5.6.- Centro de Transformación n° 4. Anillos BT.

5.7.- Centro de Transformación n° 5. Anillos BT.

5.8.- Red de Media Tensión.

5.9.- Detalle zanjas acera (I).

5.10.- Detalle zanjas acera (II).

5.11.- Detalle zanjas calzada.

5.12.- Centro de Transformación PFU 5/20.

5.13.- Esquema unifilar CT PFU 5/20.

5.14.- Centro de Transformación MiniBLOCK.

5.15.- Esquema unifilar miniBLOCK.

5.16.- Puesta a Tierra.

6.- ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

6.1.- Objeto.

6.2. -Características generales de la obra.

6.2.1.- Descripción de la obra y situación.

6.2.2. -Servicios higiénicos.

6.3. -Riesgos laborables.

6.3.1. -Movimientos de tierras.

6.3.2. –Cimentación y estructura.

6.3.3.- Instalación eléctrica.

6.4.- Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria.

6.5.- Anexo estudio de seguridad y salud del centro de transformación.

6.5.1.- Objeto.

6.5.2.- Características generales de la obra.

6.5.2.1.-Suministro de energía eléctrica.

6.5.2.2.-Suministro de agua potable.

6.5.2.3.-Servicios higiénicos.

6.5.2.4.- Servidumbre y condicionantes.

6.5.3.- Riesgos laborables evitables completamente.

6.5.4.- Riesgos laborables no eliminables completamente.

6.5.4.1.-Toda la obra.

6.5.4.2.- Movimientos de tierras.

6.5.4.3.- Montaje y puesta en tensión.

6.5.4.3.1- Descarga y montaje de elementos prefabricados.

6.5.4.3.2.- Puesta en tensión.

6.5.5.-Trabajos laborables especiales.

6.5.6.- Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria.

6.5.7.- Previsiones para trabajos posteriores.

6.5.8.- Normas de seguridad aplicables en la obra.

1.- MEMORIA.

1.1.- Objeto del proyecto.

Por parte del departamento de electricidad de la universidad politécnica de Cartagena, se pide el desarrollo para una parcela dada, del diseño de:

-Red de distribución de baja tensión para suministro de energía eléctrica a viviendas de tipo unifamiliar y colectivo, así como la alimentación de zonas ajardinadas y de equipamientos social y deportivo.

-Centros de transformación necesarios para satisfacer la demanda de energía eléctrica del conjunto de la instalación.

-Red subterránea de media tensión para alimentar a los centros de transformación.

El objeto de este proyecto es ser entregado como proyecto final de carrera para la obtención del título de Ingeniero Técnico Industrial, especialidad en electricidad.

1.2.- Titulares de la instalación; al inicio y al final.

El titular al inicio de la instalación es el Departamento de Electricidad de la Universidad Politécnica de Cartagena, con domicilio en Calle de Doctor Fleming 30202 Cartagena.

El titular al final de la instalación es la compañía eléctrica Iberdrola S.A.

1.3.- Usuario de la instalación.

Los usuarios son aquellas personas físicas que van a hacer uso de las distintas viviendas que se encuentran en el polígono industrial, así como los propietarios de los centros educativo y social.

1.4.- Emplazamiento de la instalación.

El polígono residencial se encuentra en Los Dolores, perteneciente al municipio de Cartagena. Distanciado a 5,3 km del centro de Cartagena. En el apartado de planos se puede apreciar con exactitud dicha parcela.

1.5.- Legislación y normativa aplicable.

_Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación .Aprobado por real decreto 3.275/1982, de noviembre, B.O.E. 1-12-82.

_ Real decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueba el nuevo Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas Eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

_ Reglamento electrotécnico para baja tensión. Aprobado por decreto 842/2002, de 2 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-02.

_ Instrucciones técnicas complementarias, denominadas ITC-BT.

_ 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).

_ Normas UNE y recomendaciones UNESA.

_ Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

_ Normas particulares de Iberdrola.

_ Contenidos mínimos en proyectos (resolución de 3 de julio de 2.003 de la Dirección general de industria, energía y minas).

_ Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

1.6.- Plazo de ejecución de las instalaciones.

El plazo para la ejecución son cinco meses desde la entrega del proyecto.

1.7.- Descripción de la instalación.

1.7.1.- Descripción genérica de la instalación.

Mediante un entronque aéreo-subterráneo de media tensión proporcionado por IBERDROLA, se alimenta a un Centro de Transformación y Reparto.

Desde este Centro de Transformación y Reparto se alimenta por un lado, a un anillo de media tensión formado por cuatro Centros de Transformación (aparte del ya mencionado Centro de Transformación y Reparto que también forma parte de este anillo). Estos Centros de Transformación disponen a su vez de dos anillos de baja tensión cada uno que alimentan a las distintas viviendas y demás cargas de nuestro polígono.

El Centro de Transformación y Reparto también cuenta con sus dos correspondientes anillos de baja tensión para suministrar energía eléctrica a los abonados.

Por último, el Centro de Transformación y Reparto suministra energía a un Centro de Abonado de 400 kVA.

1.7.2.- Descripción de la red de baja tensión.

La red de baja tensión suministra a todas las parcelas del polígono, cada una con su correspondiente potencia. El polígono consta de diferentes parcelas donde podemos encontrar viviendas unifamiliares, edificios de varias viviendas con sus correspondientes garajes, jardines, centros educativos y sociales, así como alumbrados de viales.

La red está formada por 10 anillos distintos, cumpliendo con la potencia y longitud convenientes para el buen funcionamiento de la misma y la adecuación con la legislación y normativas vigentes.

Los conductores a utilizar son del tipo AL XZ1 0,6/ 1 kV de la casa Prysmian. Es un conductor de aluminio, rígido, cuya temperatura en servicio permanente es de 90°.

Mientras que en cortocircuito es de 250°. El aislamiento es una mezcla de polietileno reticulado (XLPE), y la cubierta es una mezcla especial cero halógenos.

Según el MT 1.10.14 de IBERDROLA, en su apartado 8, se recomienda no instalar secciones menores de 150 mm² en aluminio. Por lo que, aunque las condiciones nos permita instalar secciones menores, deberemos aumentar dicha sección hasta 150 mm².

A continuación muestro la relación de parcelas que suministra cada centro de transformación, así como la sección, el tipo de fusible a utilizar, la longitud de los anillos y el punto de mínima tensión en cada caso:

CT 1

- Zona ajardinada 1EL.
- Parcela 1
- Parcela 2 (7 escaleras)

CT 2

- Parcela 3 (3 escaleras).
- Parcela 5.
- Parcela 4.

CT 3

- Parcela EE.
- Parcela 9.
- Parcela 8.
- Parcela 1ES
- Parcela 4EL
- Parcela 3EL

CT 4

- Parcela 6A.
- Parcela 6B.
- Parcela 7.
- AL Viales

CT 5

- Parcela 2 (2 escaleras).
- Parcela 3 (6 escaleras).
- 2EL

1.7.2.1.- Trazado.

Los conductores transcurrirán bajo acera directamente enterrados, salvo en los tramos que deban transcurrir bajo calzada, que irán bajo tubo. El recorrido debe ser el menor posible a la vez que rectilíneo.

La profundidad, hasta la parte inferior del cable, no será menor de 0,70 m en acera o de 0,80 m en calzada.

1.7.2.2.- Inicio y final de línea.

Por cada transformador hay 4 inicios y 4 finales de línea. El principio de las ramas de cada anillo tiene su inicio en el centro de transformación correspondiente, mientras que la carga donde desemboca cada rama es considerada el final de línea. En los cálculos justificativos y en los planos adjuntos se observa donde está el final de cada una de las ramas.

1.7.2.3.- Cruzamientos, paralelismos, etc.

La ITC-BT- 07, en su apartado 2.2 nos dice:

Cruzamientos

A continuación se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones a que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos de baja tensión directamente enterrados.

Calles y carreteras. Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores conforme con lo establecido en la ITC-BT-21, recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

Ferrocarriles

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores conforme con lo establecido en la ITC-BT-21, recubiertos de hormigón y siempre que sea posible, perpendiculares a la vía, y a una profundidad mínima de 1,3 m respecto a la cara inferior de la traviesa. Dichos tubos rebasarán las vías férreas en 1,5 m por cada extremo.

Otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de baja tensión discurren por encima de los de alta tensión.

La distancia mínima entre un cable de baja tensión y otros cables de energía eléctrica será: 0,25 m con cables de alta tensión y 0,10 m con cables de baja tensión. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2.

Cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0.20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2.

Estas restricciones no se deben aplicar a los cables de fibra óptica con cubiertas dieléctricas. Todo tipo de protección en la cubierta del cable debe ser aislante.

Proximidades y paralelismos

Los cables subterráneos de baja tensión directamente enterrados deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

Otros cables de energía eléctrica

Los cables de baja tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10 m con los cables de baja tensión y 0,25 m con los cables de alta tensión. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables

directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2.

En el caso de que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de baja tensión, podrá instalarlos a menor distancia, incluso en contacto.

Cables de telecomunicación

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2.

Acometidas (conexiones de servicio)

En el caso de que el cruzamiento o paralelismo entre cables eléctricos y canalizaciones de los servicios descritos anteriormente, se produzcan en el tramo de acometida a un edificio deberá mantenerse una distancia mínima de 0,20 m.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2.

La canalización de la acometida eléctrica, en la entrada al edificio, deberá taponarse hasta conseguir una estanqueidad adecuada.

1.7.2.4.- Relación de propietarios afectados con dirección y D.N.I.

No procede.

1.7.2.3- Puesta a tierra.

El conductor neutro de las redes subterráneas de distribución pública, se conectará a tierra en el centro de transformación en la forma prevista en el Reglamento Técnico de Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación; fuera del centro de transformación se conectará a tierra en otros puntos de la red, con objeto de disminuir su resistencia global a tierra.

El neutro se conectará a tierra a lo largo de la red, en todas las cajas generales de protección o en las cajas de seccionamiento o en las cajas generales de protección medida, consistiendo dicha puesta a tierra en una pica, unida al borne del neutro mediante un conductor aislado de 50 mm² de Cu, como mínimo. El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución.

1.7.3.-Descripción de la red de media tensión.

1.7.3.1- Trazado.

1.7.3.2.-Puntos de entronque.

El punto de entronque es el proporcionado por la compañía eléctrica y que podemos ver en el plano de situación.

1.7.3.3.-Longitud.

Tenemos tres líneas de media tensión:

- Entronque de la acometida proporcionada por IBERDROLA hasta el Centro de Transformación y Reparto.

Longitud => 300 m.

- Anillo media tensión de los cinco Centros de Transformación.

Longitud => 982 m.

- Centro de Transformación y Reparto hasta Centro de Abonado.

Longitud => 345 m.

1.7.3.4.-Relación de cruzamientos, paralelismos, etc.

Cruzamientos

A continuación se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones a que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos de AT

Calles y carreteras

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 metros. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

Ferrocarriles

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas, perpendiculares a la vía siempre que sea posible. La parte superior del tubo más próximo a la superficie quedará a una profundidad mínima de 1,1 metros respecto de la cara inferior de la traviesa. Dichas canalizaciones entubadas rebasarán las vías férreas en 1,5 metros por cada extremo.

Otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurran por debajo de los de baja tensión.

La distancia mínima entre un cable de energía eléctrica de AT y otros cables de energía eléctrica será de 0,25 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 metro. Cuando no puedan

respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Proximidades y paralelismos

Los cables subterráneos de AT deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

Otros cables de energía eléctrica

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de A.T. del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia, pero los mantendrá separados entre sí con cualquiera de las protecciones citadas anteriormente.

Cables de telecomunicación

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 metros. Cuando no pueda mantenerse esta distancia, la canalización más reciente instalada se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Acometidas (conexiones de servicio)

En el caso de que alguno de los dos servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de B.I como de A.T. en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

1.7.3.5.-Relación de propietarios afectados, con dirección y D.N.I.

No procede.

1.7.3.6.- Materiales:

Los materiales y su montaje cumplirán con los requisitos y ensayos de las normas UNE aplicables de entre las incluidas en la ITC-LAT 02 y demás normas y especificaciones técnicas aplicables. En el caso de que no exista norma UNE, se utilizarán las Normas Europeas (EN o HD) correspondientes y, en su defecto, se recomienda utilizar la publicación CEI correspondiente (Comisión Electrotécnica Internacional).

1.7.3.7.-Conductores.

Utilizo el conductor de la casa Prysmian AL EPROTENAX H COMPACT 12/20 kV.

Tipo: AL HEPRZ1

Tensión: 12/20 kV

Norma de diseño: UNE HD 620-9E.

Conductor: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, clase 2, según UNE EN 60228.

Semiconductora interna: capa extrusionada de material conductor.

Aislamiento: etileno propileno de alto gradiente, (HEPR, 105 °C).

Semiconductora externa: capa extrusionada de material conductor separable en frío.

Pantalla metálica: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira.

Sección total 16 mm² ó 25 mm².

Separador: cinta de poliéster.

Cubierta exterior: poliolefina termoplástica, Z1 Vemex. (Color rojo).

1.7.3.8.-Accesorios.

Los empalmes y los terminales serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.)

Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo el Manual Técnico de distribución correspondiente de Iberdrola cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

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

1.7.3.9.-Protecciones eléctricas de principio y fin delínea.

Protecciones contra sobrintensidades

Los cables estarán debidamente protegidos contra los efectos térmicos y dinámicos que puedan originarse debido a las sobre intensidades que puedan producirse en la instalación.

Para la protección contra sobre intensidades se utilizarán interruptores automáticos colocados en el inicio de las instalaciones que alimenten cables subterráneos. Las características de funcionamiento de dichos elementos de protección corresponderán a las exigencias que presente el conjunto de la instalación de la que forme parte el cable subterráneo, teniendo en cuenta las limitaciones propias de éste.

Protección contra sobre intensidades de cortocircuito

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

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles para los conductores y las pantallas correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán las indicadas en la Norma UNE 20-435.

Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas en aquellos casos en que el fabricante del cable aporte la documentación justificativa correspondiente.

Protección contra sobretensiones

Los cables aislados deberán estar protegidos contra sobretensiones por medio de dispositivos adecuados, cuando la probabilidad e importancia de las mismas así lo aconsejen. Para ello, se utilizará, como regla general, pararrayos de óxido metálico, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión.

1.7.3.10.-Zanjas y sistemas de enterramiento

Las zanjas tendrán una profundidad mínima de 0,95 m en aceras y de 1,05 en calzada. Ya que al transcurrir bajo una red de baja tensión, debe mantener una diferencia como mínimo de 0,2 m, y la red de baja tensión transcurre a 0,7m en acera y 0,8 m en calzada.

1.7.3.11.-Medidas de señalización y seguridad.

Cinta de polietileno para señalización subterránea de cables enterrados.

La designación de IBERDROLA es: CP – 15, el color es amarillo-naranja vivo y la anchura varía sobre los 15 cm.

1.7.3.12.- Puesta a tierra.

Las pantallas metálicas de los cables se conectarán a tierra, por lo menos en una de sus cajas terminales extremas. Cuando no se conecten ambos extremos a tierra, el proyectista deberá justificar en el extremo no conectado que las tensiones provocadas por el efecto de las faltas a tierra o por inducción de tensión entre la tierra y pantalla, no producen una tensión de contacto aplicada superiores al valor indicado en la ITC-LAT 07, salvo que en este extremo la pantalla esté protegida por envolvente metálica puesta a tierra o sea inaccesible. Asimismo, también deberá justificar que el aislamiento de la cubierta es suficiente para soportar las tensiones que pueden aparecer en servicio o en caso de defecto.

1.7.4.-Descripción Centros de transformación.

El estudio de los centros de transformación se ha llevado a cabo mediante el programa informático “ AMIKIT 3.1 ” de Ormazabal.

A continuación se detallan los tipos de centros de transformación, al ser todos de la misma potencia, distinguiré entre centro de transformación y centro de transformación y reparto.

1.7.4.1.- Centro de Transformación 400 kVA.

1.7.4.1.1.1.-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: *miniBLOK - 24*

- Descripción

miniBLOK es un Centro de Transformación compacto compartimentado, de maniobra exterior, diseñado para redes públicas de distribución eléctrica en Media Tensión (MT).

miniBLOK es aplicable a redes de distribución de hasta 36 kV, donde se precisa de un transformador de hasta 630 kVA.

Consiste básicamente en una envolvente prefabricada de hormigón de reducidas dimensiones, que incluye en su interior un equipo compacto de MT, un transformador, un cuadro de BT y las correspondientes interconexiones y elementos auxiliares. Todo ello se suministra ya montado en fábrica, con lo que se asegura un acabado uniforme y de calidad.

El esquema eléctrico disponible en MT cuenta con 2 posiciones de línea (entrada y salida) y una posición de interruptor combinado con fusibles para la maniobra y protección del transformador, así como un cuadro de BT con salidas protegidas por fusibles.

La concepción de estos centros, que mantiene independientes todos sus componentes, limita la utilización de líquidos aislantes combustibles, a la vez que facilita la sustitución de cualquiera de sus componentes.

Así mismo, la utilización de aparamenta de MT con aislamiento integral en gas reduce la necesidad de mantenimiento y le confiere unas excelentes características de resistencia a la polución y a otros factores ambientales, e incluso a la eventual inundación del Centro de Transformación.

- Envolvente

Los edificios prefabricados de hormigón para miniBLOK están formados por una estructura monobloque, que agrupa la base y las paredes en una misma pieza garantizando una total impermeabilidad del conjunto y por una cubierta movable.

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.

En la parte frontal dispone de dos orificios de salida de cables de 150 mm. de diámetro para los cables de MT y de cinco agujeros para los cables de BT, pudiendo disponer además en cada lateral de otro orificio de 150 mm. de diámetro. La apertura de los mismos se realizará en obra utilizando los que sean necesarios para cada aplicación.

- Características Detalladas

Nº de transformadores:	1
Puertas de acceso peatón:	1 puerta
Dimensiones exteriores	
Longitud:	2100 mm
Fondo:	2100 mm
Altura:	2240 mm
Altura vista:	1540 mm
Peso:	7500 kg

Dimensiones de la excavación

Longitud:	4300 mm
Fondo:	4300 mm
Profundidad:	800 mm

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

1.7.4.1.2.-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 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,1 kA eficaces.

1.7.4.1.2.1.-Características de la Aparamenta de Media Tensión

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

Celdas: *CGMCOSMOS-2LIP*

El sistema CGMCOSMOS está compuesto 2 posiciones de línea y 1 posición de protección con fusibles, con las siguientes características:

- Celdas CGMCOSMOS

El sistema CGMCOSMOS compacto es un equipo para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema CGMCOSMOS modular, extensible "in situ" a izquierda y derecha. Sus embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ORMAZABAL y denominados ORMALINK, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). Incorpora tres funciones por cada módulo en una única cuba llena de gas, en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y el embarrado.

- Base y frente

La base está diseñada para soportar al resto de la celda, y facilitar y proteger mecánicamente la acometida de los cables de MT. La tapa que los protege es independiente para cada una de las tres funciones. El frente presenta el mímico unifilar del circuito principal y los ejes de accionamiento de la aparamenta a la altura idónea para su operación.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda, los accesos a los accionamientos del mando y el sistema de alarma sonora de puesta a tierra. En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Lleva además 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 tapa frontal es común para las tres posiciones funcionales de la celda.

- Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,15 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante toda su vida útil, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del Centro de Transformación.

La cuba es única para las tres posiciones con las que cuenta la celda CGMCOSMOS y en su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puestas a tierra, tubos portafusibles).

- Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

Los interruptores disponibles en el sistema CGMCOSMOS compacto tienen tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

- Mando

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

- Fusibles (Celda CGMCOSMOS-P)

En las celdas CGMCOSMOS-P, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

- Conexión de cables

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

- Enclavamientos

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

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

- Características eléctricas

Las características generales de las celdas CGMCOSMOS son las siguientes:

Tensión nominal 24 kV

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

a tierra y entre fases 50 kV

a la distancia de seccionamiento 60 kV

Impulso tipo rayo

a tierra y entre fases 125 kV

a la distancia de seccionamiento 145 kV

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

1.7.4.1.2.2.-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.

Transformador 1: *Transformador aceite 24 kV*

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Termómetro

1.7.4.1.2.3.- Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión

Cuadros BT - B2 Transformador 1: *CBTO*

El Cuadro de Baja Tensión CBTO-C, es un conjunto de aparata 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 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: 5 salidas (5 x 400 A)

1.7.4.1.2.4.-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:

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

- Interconexiones de BT:

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

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Cu (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 2xfase + 1xneutro.

- 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.

1.7.4.1.3.-Medida de la energía eléctrica

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

1.7.4.1.3.1.-Unidades de protección, automatismo y control

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

1.7.4.1.4.-Puesta a tierra

1.7.4.1.4.1.- Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, 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

1.7.4.1.4.2.- Tierra de servicio

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

1.7.4.1.5.- Instalaciones secundarias

- Alumbrado

El interruptor se situará al lado de la puerta de acceso, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT.

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

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

5- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

1.7.4.2.- Centro de Transformación y Reparto 400 kVA.

1.7.4.2.1.-Descripción de la instalación

1.7.4.2.1.1.- Obra Civil

El Centro de Transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparatenta 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 aparatenta 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 180°) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

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

- Ventilación

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

- Acabado

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

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

- Calidad

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

- Alumbrado

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

- Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación

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

- Características Detalladas

Nº de transformadores:	1
Nº reserva de celdas:	1
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.

1.7.4.2.2.-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 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,1 kA eficaces.

1.7.4.2.2.1.-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 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 501

- Conexión de cables

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

- Enclavamientos

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

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

- Características eléctricas

Las características generales de las celdas CGMCOSMOS son las siguientes:

Tensión nominal 24 kV

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

a tierra y entre fases 50 kV

a la distancia de seccionamiento 60 kV

Impulso tipo rayo

a tierra y entre fases 125 kV

a la distancia de seccionamiento 145 kV

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

1.7.4.2.2.2.- Características Descriptivas de la Aparamenta MT y Transformadores

Entrada / Salida 1: *CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador*

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

La celda **CGMCOSMOS-L** 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 ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- 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

- 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-L Interruptor-seccionador***

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

La celda **CGMCOSMOS-L** 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 ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- 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

- Características físicas:

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

- Otras características constructivas

- Mando interruptor: manual tipo B
-

Entrada / Salida 3: ***CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador***

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

La celda **CGMCOSMOS-L** 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 ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- 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

- Características físicas:

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

- Otras características constructivas

- Mando interruptor: manual tipo B
-

Entrada / Salida 4: ***CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador***

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

La celda **CGMCOSMOS-L** 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 ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- 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

- Características físicas

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

- Otras características constructivas

- Mando interruptor: manual tipo B
-

Entrada / Salida 5: ***CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador***

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

La celda **CGMCOSMOS-L** 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 ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- 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

- Características físicas:

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

- Otras características constructivas

- Mando interruptor: manual tipo B

Entrada / Salida 6: ***CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador***

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

La celda **CGMCOSMOS-L** 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 ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- 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 |

- Características físicas:

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

- Otras características constructivas

- Mando interruptor: manual tipo B
-

Entrada / Salida 7: *CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador*

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

La celda **CGMCOSMOS-L** 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 ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- 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

- Características físicas:

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

- Otras características constructivas

- Mando interruptor: manual tipo B

Entrada / Salida 8: *CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador*

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

La celda **CGMCOSMOS-L** 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 ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- 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

- Características físicas:

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

- Otras características constructivas

- Mando interruptor: manual tipo B
-

Protección Transformador 1: **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 ekorSAS, 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:	3x25 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

- 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: ***Transformador aceite 24 kV***

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Termómetro

1.7.4.2.2.3.- Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión

Cuadros BT - B2 Transformador 1: **CBTO**

El Cuadro de Baja Tensión CBTO-C, es un conjunto de aparataje 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 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: 5 salidas (5 x 400 A)

1.7.4.2.2.4.- 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 DHZ1, 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.

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 Al (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro.

- Defensa de transformadores:

Defensa de Transformador 1: ***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.

1.7.4.2.3.-Medida de la energía eléctrica

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

1.7.4.2.3.1.- Unidades de protección, automatismo y control

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

1.7.4.2.4.- Puesta a tierra

1.7.4.2.4.1.- Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, 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

1.7.4.2.4.2.- Tierra de servicio

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

1.7.4.2.5.-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 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.

5- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

2.1.- Red de Baja Tensión.

2.1.1.- Centro de Transformación 1.

2.1.1.1.- Anillo 1.

2.1.1.1.1.- Previsión de potencia.

2.1.1.1.2.- Intensidad.

2.1.1.1.3.- Caídas de tensión.

2.1.1.1.4.- Resultado de cálculos.

2.1.1.2.- Anillo 2.

2.1.1.2.1.- Previsión de potencia.

2.1.1.2.2.- Intensidad.

2.1.1.2.3.- Caídas de tensión.

2.1.1.2.4.- Resultado de cálculos.

2.1.2.- Centro de Transformación 2.

2.1.2.1.- Anillo 1.

2.1.2.1.1.- Previsión de potencia.

2.1.2.1.2.- Intensidad.

2.1.2.1.3.- Caídas de tensión.

2.1.2.1.4.- Resultado de cálculos.

2.1.2.2.- Anillo 2.

2.1.2.2.1.- Previsión de potencia.

2.1.2.2.2.- Intensidad.

2.1.2.2.3.- Caídas de tensión.

2.1.2.2.4.- Resultado de cálculos.

2.1.3.- Centro de Transformación 3.

2.1.3.1.- Anillo 1.

2.1.3.1.1.- Previsión de potencia.

2.1.3.1.2.- Intensidad.

2.1.3.1.3.- Caídas de tensión.

2.1.3.1.4.- Resultado de cálculos.

2.1.3.2.- Anillo 2.

2.1.3.2.1.- Previsión de potencia.

2.1.3.2.2.- Intensidad.

2.1.3.2.3.- Caídas de tensión.

2.1.3.2.4.- Resultado de cálculos.

2.1.4.- Centro de Transformación 4.

2.1.4.1.- Anillo 1.

2.1.4.1.1.- Previsión de potencia.

2.1.4.1.2.- Intensidad.

2.1.4.1.3.- Caídas de tensión.

2.1.4.1.4.- Resultado de cálculos.

2.1.4.2.- Anillo 2.

2.1.4.2.1.- Previsión de potencia.

2.1.4.2.2.- Intensidad.

2.1.4.2.3.- Caídas de tensión.

2.1.4.2.4.- Resultado de cálculos.

2.1.5.- Centro de Transformación 5.

2.1.5.1.- Anillo 1.

2.1.5.1.1.- Previsión de potencia.

2.1.5.1.2.- Intensidad.

2.1.5.1.3.- Caídas de tensión.

2.1.5.1.4.- Resultado de cálculos.

2.1.5.2.- Anillo 2.

2.1.5.2.1.- Previsión de potencia.

2.1.5.2.2.- Intensidad.

2.1.5.2.3.- Caídas de tensión.

2.1.5.2.4.- Resultado de cálculos.

2.2.- Red de Media Tensión.

2.2.1.- Acometida – Centro de Transformación y Reparto.

2.2.1.1.- Previsión de potencia.

2.2.1.2.- Intensidad y densidad de corriente.

2.2.1.3.- Caída de tensión.

2.2.1.4.- Cortocircuito.

2.2.1.5.- Resultado de cálculos.

2.2.1.6.- Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, Raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación o reducción.

2.2.2.- Anillo de Media Tensión.

2.2.2.1.- Previsión de potencia.

2.2.2.2.- Intensidad y densidad de corriente.

2.2.2.3.- Caída de tensión.

2.2.2.4.- Cortocircuito.

2.2.2.5.- Resultado de cálculos.

2.2.2.6.- Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías,

Raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación o reducción.

2.2.3.- Centro de Transformación y Reparto –Centro de Transformación Abonado.

2.2.3.1.- Previsión de potencia.

2.2.3.2.- Intensidad y densidad de corriente.

2.2.3.3.- Caída de tensión.

2.2.3.4.- Cortocircuito.

2.2.3.5.- Resultado de cálculos.

2.2.3.6.- Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, Raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación o reducción.

2.3.-Centros de Transformación.

2.3.1.- Centro de Transformación 400 kVA.

2.3.1.1.- Intensidad de alta tensión.

2.3.1.2.- Intensidad de baja tensión.

2.3.1.3.- Cortocircuitos.

2.3.1.3.1.-Observaciones.

2.3.1.3.2.-Calculo de las Corrientes de Cortocircuito.

2.3.1.3.3.-Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

2.3.1.3.4.-Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

2.3.1.4.- Dimensionado del embarrado.

2.3.1.4.1.- Comprobación por densidad de corriente.

2.3.1.4.2.- Comprobación por sollicitación electrodinámica.

2.3.1.4.3.- Comprobación por sollicitación térmica.

2.3.1.5.- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

2.3.1.6.- Dimensionado de los puentes de MT.

2.3.1.7.- Dimensionado de la ventilación del C.T.

2.3.1.8.- Dimensiones del pozo apagafuegos.

2.3.1.9.- Cálculos de las instalaciones de puesta a tierra.

2.3.1.9.1.-Investigación de las características del suelo.

2.3.1.9.2.-Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra, y del tiempo máximo de eliminación del defecto.

2.3.1.9.3- Diseño preliminar de la instalación de tierra.

2.3.1.9.4.- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.

2.3.1.9.5.- Cálculo de las tensiones de paso interior de la instalación.

2.3.1.9.6.- Cálculo de las tensiones en de paso el exterior de la instalación.

2.3.1.9.7.- Cálculo de las tensiones aplicadas.

2.3.1.9.8.- Investigación de las tensiones transferibles al exterior.

2.3.1.9.9.- Corrección y ajuste del diseño inicial, estableciendo el definitivo

2.3.2.- Centro de Transformación y Reparto 400 kVA.

2.3.2.1.- Intensidad de alta tensión.

2.3.2.2.- Intensidad de baja tensión.

2.3.2.3.- Cortocircuitos.

2.3.2.3.1.-Observaciones.

- 2.3.2.3.2.-Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito.**
- 2.3.2.3.3.-Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.**
- 2.3.2.3.4.-Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.**
- 2.3.2.4.- Dimensionado del embarrado.**
 - 2.3.2.4.1.- Comprobación por densidad de corriente.**
 - 2.3.2.4.2.- Comprobación por sollicitación electrodinámica.**
 - 2.3.2.4.3.- Comprobación por sollicitación térmica.**
- 2.3.2.5.- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.**
- 2.3.2.6.- Dimensionado de los puentes de MT.**
- 2.3.2.7.- Dimensionado de la ventilación del C.T.**
- 2.3.2.8.- Dimensiones del pozo apagafuegos.**
- 2.3.2.9.- Cálculos de las instalaciones de puesta a tierra.**
 - 2.3.2.9.1.-Investigación de las características del suelo.**
 - 2.3.2.9.2.-Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra, y del tiempo máximo de eliminación del defecto.**
 - 2.3.2.9.3- Diseño preliminar de la instalación de tierra.**
 - 2.3.2.9.4.- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.**
 - 2.3.2.9.5.- Cálculo de las tensiones de paso interior de la instalación.**
 - 2.3.2.9.6.- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.**
 - 2.3.2.9.7.- Cálculo de las tensiones aplicadas.**
 - 2.3.2.9.8.- Investigación de las tensiones transferibles al exterior.**
 - 2.3.2.9.9.- Corrección y ajuste del diseño inicial, estableciendo el definitivo.**

2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

2.1.- Red de Baja Tensión.

Para la previsión de potencia nos basamos en los datos ofrecidos sobre la potencia de cada una de las parcelas, que se recoge en la siguiente tabla:

PREVISION DE CARGAS			
PARCELA Nº	NUM. VIVIENDAS	ELECTRIFICACION	ESCALERAS
1	11	ELEVADA	
2	95	BASICA	9
3	97	BASICA	9
4	20	ELEVADA	
5	24	ELEVADA	
6-A	17	ELEVADA	
6-B	14	ELEVADA	
7	32	ELEVADA	
8	24	ELEVADA	
9	23	ELEVADA	
EQUIPAMIENTO SOCIAL		Previsión de 10 W/m ²	
EQUIPAMIENTO EDUCATIVO		Previsión de 5 W/m ²	
JARDINES		Luminaria Na HP 100 W. cada 30 m ² .	
ALUMBRADO DE VIALES		DOS CENTROS DE MANDO 20 KW/UD.	

La relación de potencias de cada una de las parcelas la expreso a continuación:

Parcela 1:

$$P = 11 * 9,2 = 101,2 \text{ KW}$$

Parcela 2:

$$P = P_{\text{viviendas}} + (P_{\text{SG}} + P_{\text{ascensor}}) * n^{\circ}_{\text{escaleras}} + P_{\text{Garage}}$$

$$P_{\text{viviendas}} = 95 * 5,75 = 546,25 \text{ KW}$$

$$P_{\text{SG}} = 3,45 \text{ KW}$$

$$P_{\text{ascensor}} = 8 \text{ KW}$$

$$P_{\text{Garage}} = 65,08 \text{ KW}$$

$$P = 546,25 + (3,45 + 8) * 9 + 65,08 = 714,38 \text{ KW}$$

Parcela 3:

$$P = P_{\text{viviendas}} + (P_{\text{SG}} + P_{\text{ascensor}}) * n^{\circ}_{\text{escaleras}} + P_{\text{Garage}}$$

$$P_{\text{viviendas}} = 97 * 5,75 = 555,75 \text{ KW}$$

$$P_{\text{SG}} = 3,45 \text{ KW}$$

$$P_{\text{ascensor}} = 8 \text{ KW}$$

$$P_{\text{Garage}} = 66,85 \text{ KW}$$

$$P = 555,75 + (3,45 + 8) * 9 + 66,85 = 725,65 \text{ KW}$$

Parcela 4:

$$P = 20 * 9,2 = 184 \text{ KW}$$

Parcela 5:

$$P = 24 * 9,2 = 220,8 \text{ KW}$$

Parcela 6-A:

$$P = 17 * 9,2 = 156,4 \text{ KW}$$

Parcela 6-B:

$$P = 14 * 9,2 = 128,8 \text{ KW}$$

Parcela 7:

$$P = 32 * 9,2 = 294,4 \text{ KW}$$

Parcela 8:

$$P = 24 * 9,2 = 220,8 \text{ KW}$$

Parcela 9:

$$P = 23 * 9,2 = 211,6 \text{ KW}$$

Parcela Equipamiento social:

$$P = 10 \text{ W/m}^2 \rightarrow \text{Area} = 4330,8 \text{ m}^2$$

$$P = 5 * 4330,8 = 43,308 \text{ KW}$$

Parcela equipamiento educativo:

$$P = 5 \text{ W/m}^2 \rightarrow \text{Area} = 15071,05 \text{ m}^2$$

$$P = 5 * 15071,05 = 75,972 \text{ KW}$$

Alumbrado de viales:

$$P = 20 \text{ W/unidad}$$

$$P = 2 * 20 = 40 \text{ KW}$$

Jardines:

$P = 100 \text{ KW}$ cada 30 m^2 Teniendo en cuenta el factor de corrección de 1,8.

1EL:

$$P = 22,68 \text{ KW}$$

2EL:

$$P = 21,78 \text{ KW}$$

3EL:

$$11,52 \text{ KW}$$

4EL:

$$P = 12,06 \text{ KW}$$

Por lo que la potencia total de la red de B.T será de 3185,35 KW sin aplicar ningún coeficiente de corrección.

2.1.1.- Centro de Transformación 1.

El centro de transformación nº 1 alimenta las siguientes parcelas:

- Zona ajardinada 1EL.
- Parcela 1
- Parcela 2 (7 escaleras)

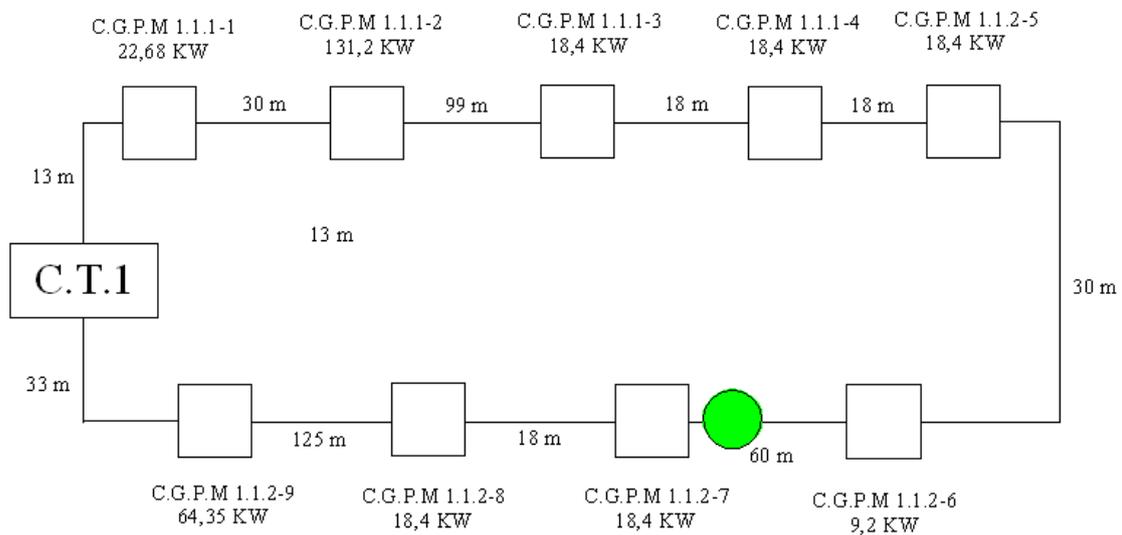
2.1.1.1- Anillo 1.

2.1.1.1.1.- Prevision de potencia.

El anillo 1 alimenta la parcela 1 y a dos escaleras de la parcela 2.

Para el calculo de la sección, deben cumplirse los criterios de calentamiento y caída de tensión, que se demuestran a continuación.

En la siguiente grafica se puede observar las cargas del anillo asi como su longitud:



Calculo del punto de minima tensión:

$$L_x = \frac{\sum L \cdot P}{P_t}$$

En el cual pondremos los valores de las potencias sin coeficiente de simultaneidad.

Las cargas de cada C.G.P de la parcela 1 son las correspondientes a dos viviendas unifamiliares, a excepción de una de ellas que es solo de una vivienda. En esta tabla podemos observar los valores de las cargas y el punto de minima tensión:

PUNTO	DISTANCIA (m)	\sum DISTANCIAS	POTENCIA (KW)	\sum POTENCIAS	P.M.T
CT-1EL	13	13	22,68	22,68	166,93326
1EL-ESC1+G	30	43	131,2	153,88	
ESC1-A	99	142	18,4	172,28	
A-B	18	160	18,4	190,68	
B-C	18	178	18,4	209,08	
C-D	30	208	9,2	218,28	
D-E	60	268	18,4	236,68	
E-F	18	286	18,4	255,08	
F-ESC2 +G	125	411	64,35	319,43	
ESC2+G-CT	33	444			

Por consiguiente, vamos a proceder al cálculo de la sección, cumpliendo con los siguientes criterios para cada una de las ramas.

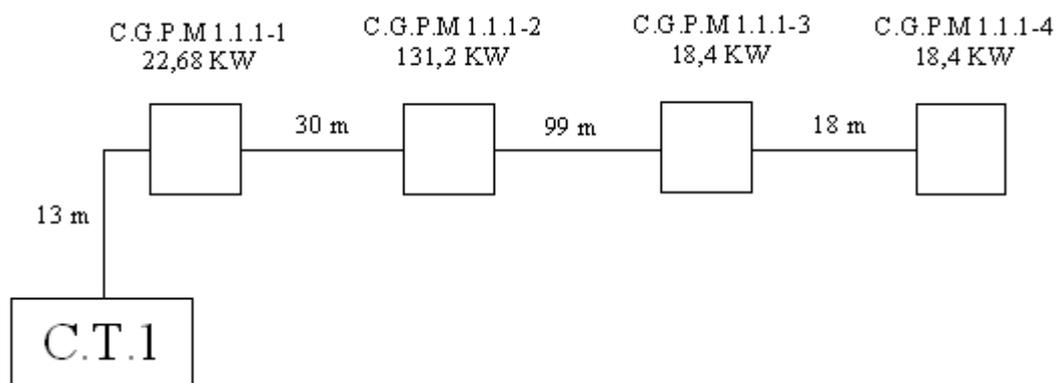
2.1.1.1.2.-Intensidad.

Rama 1:

Esta rama está compuesta por las C.G.P correspondientes a 1EL, ESC1 + G y 4 C.G.P de la parcela 1.

Para el cálculo de la potencia tendremos que tener en cuenta el coeficiente de simultaneidad en relación al nº de viviendas, los cuales podemos observar en la siguiente tabla, procedente de la ITC-BT 10:

Nº Viviendas (n)	Coefficiente de Simultaneidad
1	1
2	2
3	3
4	3,8
5	4,6
6	5,4
7	6,2
8	7
9	7,8
10	8,5
11	9,2
12	9,9
13	10,6
14	11,3
15	11,9
16	12,5
17	13,1
18	13,7
19	14,3
20	14,8
21	15,3
n>21	$15,3+(n-21) \cdot 0,5$



La potencia a utilizar para el calculo de la intensidad es la equivalente a la primera carga, puesto que es donde mas intensidad tenemos, (C:G:P:M 1.1.1-1):

$$P_b = CS_2 * EE = 42,32 \text{ KW}$$

$$P_a = CS_4 * EE = 57,04 \text{ KW}$$

$$P_{ESC1} = (C \cdot S_{15} \cdot P_M) = (6,67 \cdot 11,9) = 79,4 \text{ KW}$$

$$P_M = \frac{(4 \cdot 9,2) + (11 \cdot 5,75)}{15} = 6,67 \text{ KW}$$

$$P_{1el} = P_{ESC1} + 22,68 = 102,1 \text{ KW}$$

$$I_T = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \gamma} = \frac{102,1 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 163,7 \text{ (A)}$$

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo. La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	-
9	0,49	0,62	0,72	0,79	-
10	0,48	0,61	0,71	-	-

Tomamos el valor de 0,74 → 4 circuitos agrupados a 200 mm de distancia.

$$I_{Tablas} = \frac{I}{K} = \frac{163,7}{0,74} = 221,21 \text{ (A)}$$

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para 221,21 A es posible escoger una sección de 150 mm², por lo tanto escogeremos ese valor de sección:

$$S = 150\text{mm}^2 \rightarrow I_{\text{adm}} = 260 * 0,74 = 192,4 \text{ (A)} > I_{\text{nom}} = 163,7 \text{ (A)}$$

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

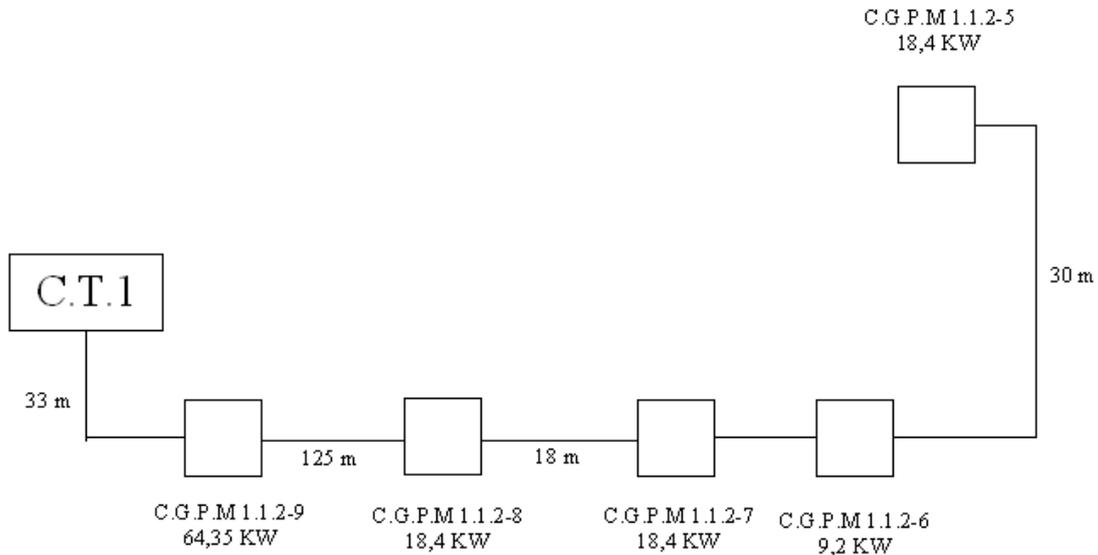
Proteccion contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros ⁽¹⁾						

Según estas tablas, utilizaremos un fusible de 200 (A) ya que nos protege una distancia de 212 metros que es mayor de 166,93 metros que mide nuestra rama.

Rama 2:

La rama dos esta formada por dos C.G.P.M de las viviendas unifamiliares y una escalera del edificio de la parcela 2:



La potencia a utilizar para el calculo de la intensidad es la equivalente a la primera carga, puesto que es donde mas intensidad tenemos, (C:G:P:M 1.1.1-1):

$$P_c = CS_2 * EE = 9,2 \text{ KW}$$

$$P_d = CS_3 * EE = 27,6 \text{ KW}$$

$$P_e = CS_5 * EE = 18,4 \text{ KW}$$

$$P_f = CS_7 * EE = 34,96 \text{ KW}$$

$$P_{esc2} = (CS_{18} * P_m) = (13,7 * 7,09) = 97,15 \text{ KW}$$

$$P_M = \frac{(7 \cdot 9,2) + (11 \cdot 5,75)}{18} = 7,09 \text{ KW}$$

$$I_T = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \gamma} = \frac{97,15 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 155,81 \text{ (A)}$$

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo. La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	-
9	0,49	0,62	0,72	0,79	-
10	0,48	0,61	0,71	-	-

Tomamos el valor de 0,74 → 4 circuitos agrupados a 200 mm de distancia.

$$I_{\text{Tablas}} = \frac{I}{K} = \frac{155,81}{0,74} = 210,55 \text{ (A)}$$

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para 210,55 A es posible escoger una sección de 150 mm², por lo tanto escogeremos ese valor de sección:

$$S = 150\text{mm}^2 \rightarrow I_{\text{adm}} = 260 * 0,74 = 192,4 \text{ (A)} > I_{\text{nom}} = 155,81 \text{ (A)}$$

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Proteccion contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros ⁽¹⁾						

Según estas tablas, utilizaremos un fusible de 160 (A) ya que nos protege una distancia de 285 metros que es mayor de 277,07 metros que mide nuestra rama.

2.1.1.1.3.-Caída de tensión.

Para que la sección sea valida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

La expresión que calcula esta caída de tensión es la siguiente:

$$AU\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot \tan\theta)$$

Donde W (KW), L (Km) y U (V).

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm ²	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

La potencia de cada anillo es aquella que viene recogida con el factor de simultaneidad.

Las caídas de tensión las tenemos recogidas en la siguiente tabla:

TRAMO	P (KW)	L (KM)	AU	SUM. AU
CT1-1.1.1-1	102,1	0,013	0,22	0,22
1.1.1-1-1.1.1-2	79,4	0,03	0,407	0,627
1.1.1-2-1.1.1-3	57,04	0,099	0,96	1,587
1.1.1-3-1.1.1-4	42,32	0,018	0,13	1,717

TRAMO	P (KW)	L (KM)	AU	SUM. AU
CT1-1.1.2-9	97,15	0,033	0,54	0,54
1.1.2-9-1.1.2-8	34,96	0,125	0,747	1,287
1.1.2-8-1.1.2-7	18,4	0,018	0,056	1,343
1.1.2-7-1.1.2-6	27,6	0,06	0,283	1,626
1.1.2-6-1.1.2-5	9,2	0,03	0,047	1,673

Podemos observar que tanto en la rama 1 como en la rama 2, no excedemos la caída de tensión a más del 5%, por lo tanto el cálculo de la sección es correcto.

2.1.1.1.4.-Resultado de los cálculos.

Las ramas 1 y 2 del anillo 1 del centro de transformación 1 utilizarán:

AL XZ1 0,6 /1KV 3x150 + 1x95 mm²

La rama 1 con un fusible de 200 (A).

La rama 2 con un fusible de 160 (A).

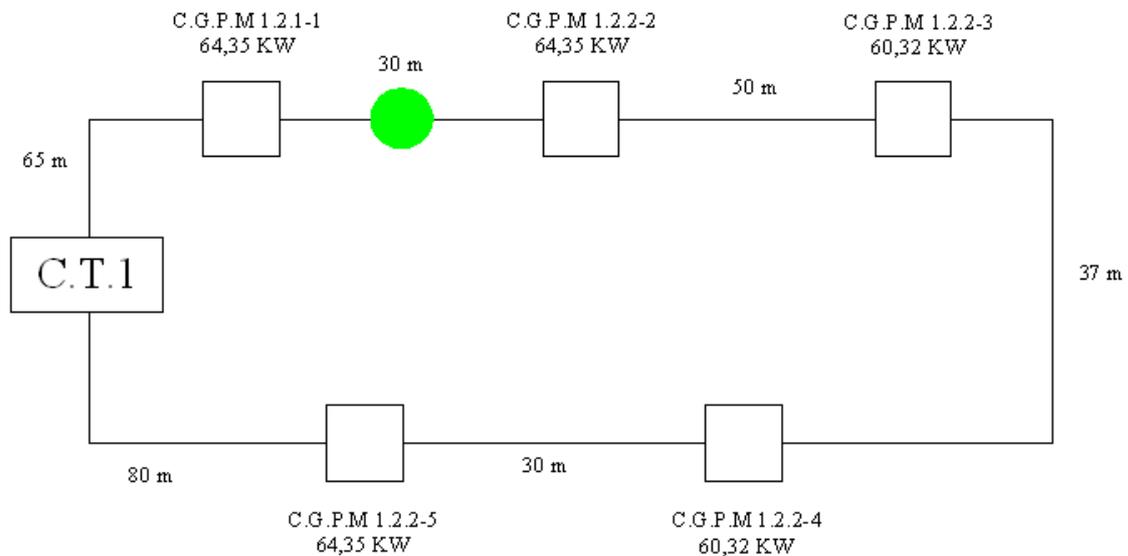
2.1.1.2- Anillo 2.

2.1.1.2.1.- Prevision de potencia.

El anillo 2 alimenta a 5 escaleras del edificio de la parcela 2

Para el calculo de la sección, deben cumplirse los criterios de calentamiento y caída de tensión, que se demuestran a continuación.

En la siguiente grafica se puede observar las cargas del anillo asi como su longitud:



Calculo del punto de minima tensión:

$$L_x = \frac{\sum L \cdot P}{P_t}$$

En el cual pondremos los valores de las potencias sin coeficiente de simultaneidad.

En esta tabla podemos observar los valores de las cargas y el punto de minima tensión:

PUNTO	DISTANCIA (m)	\sum DISTANCIAS	POTENCIA (KW)	\sum POTENCIAS	P.M.T
CT-ESC3.11	65	65	64,35	64,35	78,679237
ESC3.11-ESC5.11	30	95	64,35	128,7	
ESC5.11-ESC7.10	50	80	60,32	189,02	
ESC7.10-ESC6.10	37	87	60,32	249,34	
ESC6.10-ESC4.11	30	67	64,35	313,69	
ESC4.11-CT	80	110			

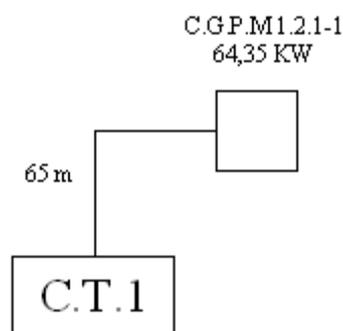
Por consiguiente, vamos a proceder al calculo de la sección, cumpliendo con los siguientes criterios para cada una de las ramas.

2.1.1.2.2.-Intensidad.

Rama 1:

Esta rama esta compuesta por C.G.P.M 1.2.1-1.

Por lo tanto la Rama 1 sera la siguiente:



La potencia a utilizar para el calculo de la intensidad es la equivalente a la primera carga, puesto que es donde mas intensidad tenemos, (C:G:P:M 1.1.1-1):

Rama 1:

$$P_{esc3} = CS_{11} * EB = 63,25 \text{ KW}$$

$$I_T = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \gamma} = \frac{63,25 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 101,43 \text{ (A)}$$

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo. La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	-
9	0,49	0,62	0,72	0,79	-
10	0,48	0,61	0,71	-	-

Tomamos el valor de 0,74 → 4 circuitos agrupados a 200 mm de distancia.

$$I_{\text{Tablas}} = \frac{I}{K} = \frac{101,43}{0,74} = 137,06 \text{ (A)}$$

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para 137,06 A es posible escoger una sección de 95 mm², pero Iberdrola nos obliga a poner como mínimo 150 mm² en este tipo de anillos, por tanto utilizaremos la sección de 150 mm².

$$S = 150\text{mm}^2 \rightarrow I_{\text{adm}} = 260 * 0,74 = 192,4 \text{ (A)} > I_{\text{nom}} = 101,43 \text{ (A)}$$

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

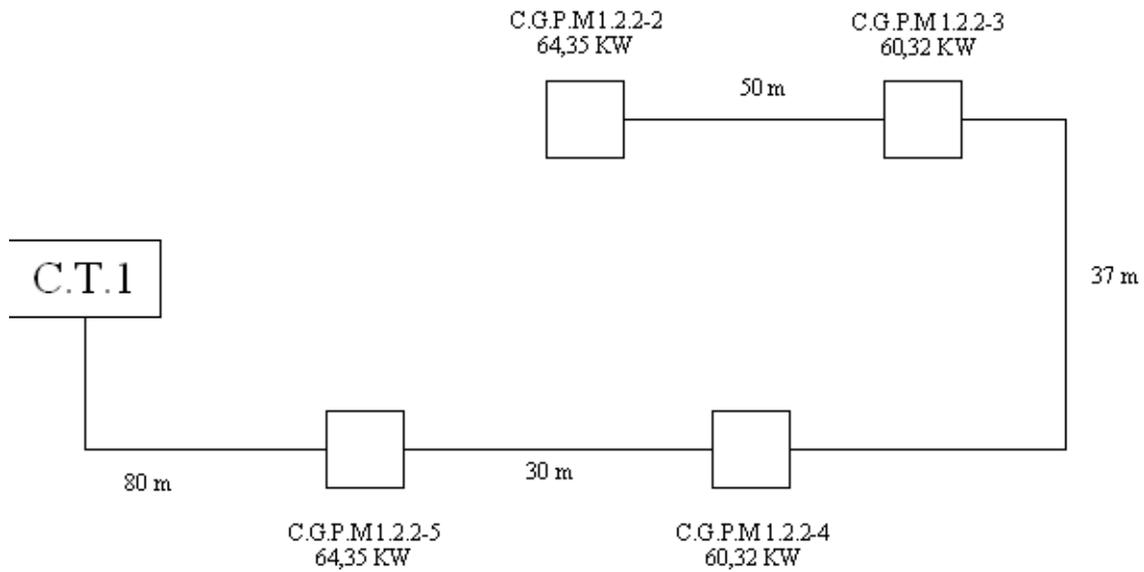
Proteccion contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
	Longitudes en metros ⁽¹⁾					

Según estas tablas, utilizaremos un fusible de 250 (A) ya que nos protege una distancia de 165 metros que es mayor de 78,67 metros que mide nuestra rama.

Rama 2:

La rama dos esta formada por las siguientes C.G.P.M: 1.2.2-2, 1.2.2-3, 1.2.2-4, 1.2.2-5.



La potencia a utilizar para el cálculo de la intensidad es la equivalente a la primera carga, puesto que es donde mas intensidad tenemos, (C:G:P:M 1.2.2-5):

$$\text{Pesc5} = \text{CS11} * \text{EB} = 52,9 \text{ KW}$$

$$\text{Pesc7} = \text{CS21} * \text{EB} = 87,97 \text{ KW}$$

$$\text{Pesc6} = \text{CS31} * \text{EB} = 116,72 \text{ KW}$$

$$\text{Pesc4} = \text{CS42} * \text{EB} = (15,3 + (42-21)*0,5) * 5,75 = 148,35 \text{ KW}$$

$$I_T = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \gamma} = \frac{148,35 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 237,91 \text{ (A)}$$

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo. La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	-
9	0,49	0,62	0,72	0,79	-
10	0,48	0,61	0,71	-	-

Tomamos el valor de 0,74 → 4 circuitos agrupados a 200 mm de distancia.

$$I_{\text{Tablas}} = \frac{I}{K} = \frac{237,91}{0,74} = 321,5 \text{ (A)}$$

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para 321,5 A es posible escoger una sección de 240 mm², por lo tanto escogeremos ese valor de sección:

$$S = 240\text{mm}^2 \rightarrow I_{\text{adm}} = 340 * 0,74 = 251,6 \text{ (A)} > I_{\text{nom}} = 237,91 \text{ (A)}$$

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Proteccion contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros ⁽¹⁾						

Según estas tablas, utilizaremos un fusible de 250 (A) ya que nos protege una distancia de 260 metros que es mayor de 213,33 metros que mide nuestra rama.

2.1.1.2.3.-Caída de tensión.

Para que la sección sea valida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

La expresión que calcula esta caída de tensión es la siguiente:

$$AU\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot \tan\theta)$$

Donde W (KW), L (Km) y U (V).

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm²	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

La potencia de cada anillo es aquella que viene recogida con el factor de simultaneidad.

Las caídas de tensión las tenemos recogidas en la siguiente tabla:

TRAMO	P (KW)	L (KM)	AU	SUM. AU
CT1-1.2.1-1	63,25	0,065	0,702	0,702

TRAMO	P (KW)	L (KM)	AU	SUM. AU
CT1-1.2.2-5	148,35	0,08	1,39	1,39
1.2.2-5-1.2.2-4	116,72	0,03	0,41	1,8
1.2.2-4-1.2.2-3	87,97	0,037	0,382	2,182
1.2.2-3-1.2.2-2	52,9	0,05	0,31	2,492

Podemos observar que tanto en la rama 1 como en la rama 2, no excedemos la caída de tensión a más del 5%, por lo tanto el cálculo de la sección es correcto.

2.1.1.2.4.-Resultado de los cálculos.

Las ramas 1 y 2 del anillo 2 del centro de transformación 1 utilizarán:

AL XZ1 0,6 /1KV 3x240 + 1x150 mm²

La rama 1 con un fusible de 250 (A).

La rama 2 con un fusible de 250 (A).

2.1.2.- Centro de Transformacion 2.

El centro de transformación n° 2 alimenta las siguientes parcelas:

- Parcela 3 (3 escaleras).
- Parcela 5.
- Parcela 4.

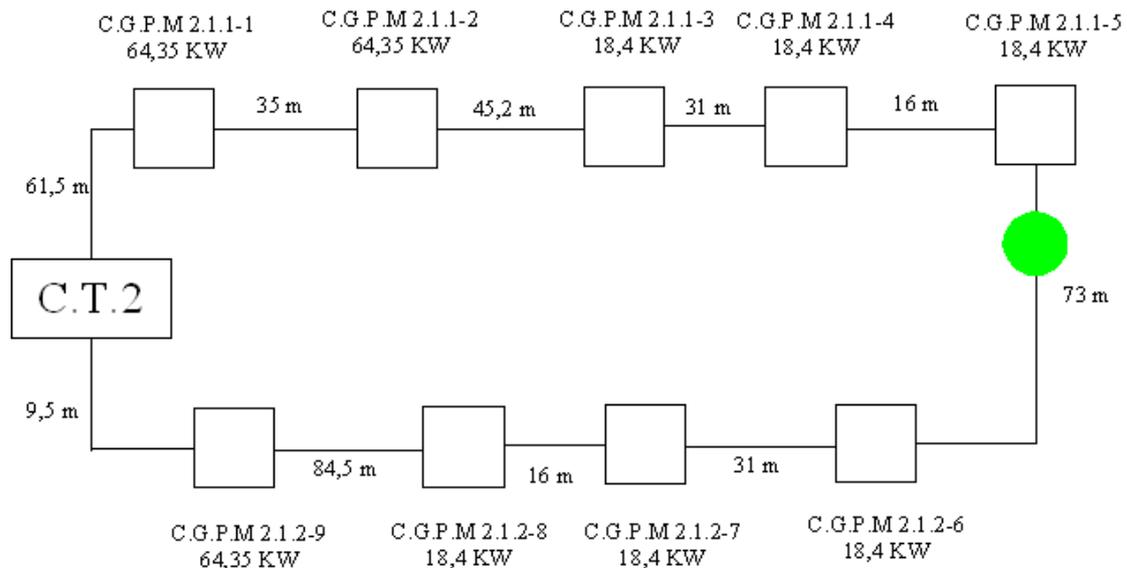
2.1.2.1- Anillo 1.

2.1.2.1.1.- Prevision de potencia.

El anillo 1 alimenta a tres escaleras de la parcela 3 y a 6 C.G.P.M. de la parcela 4.

Para el calculo de la sección, deben cumplirse los criterios de calentamiento y caída de tensión, que se demuestran a continuación.

En la siguiente grafica se puede observar las cargas del anillo asi como su longitud:



Calculo del punto de minima tensión:

$$L_x = \frac{\sum L*P}{P_t}$$

En el cual pondremos los valores de las potencias sin coeficiente de simultaneidad.

Las cargas de cada C.G.P de la parcela 1 son las correspondientes a dos viviendas unifamiliares, a excepción de una de ellas que es solo de una vivienda. En esta tabla podemos observar los valores de las cargas y el punto de minima tensión:

PUNTO	DISTANCIA (m)	\sum DISTANCIAS	POTENCIA (KW)	\sum POTENCIAS	P.M.T
CT-ESC6.11	61	61	64,35	64,35	199,00791
ESC6.11-ESC7.11	35	96	64,35	128,7	
ESC7.11-ESC5.11	45	141	18,4	147,1	
ESC5.11-U	31	172	18,4	165,5	
U-S	16	188	18,4	183,9	
S-T	73	261	18,4	202,3	
T-M	31	292	18,4	220,7	
M-Ñ	16	308	18,4	239,1	
Ñ-N	84	392	64,35	303,45	
N-CT	9,5	401,5			

Por consiguiente, vamos a proceder al cálculo de la sección, cumpliendo con los siguientes criterios para cada una de las ramas.

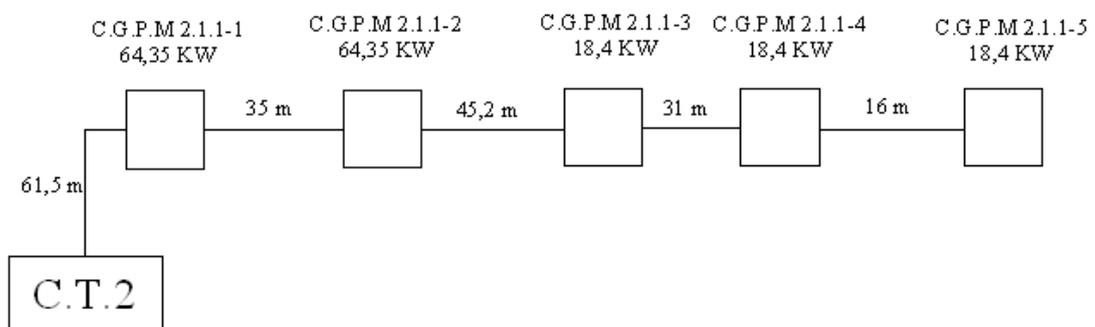
2.1.2.1.2.-Intensidad.

Rama 1:

Esta rama está compuesta por las C.G.P correspondientes a la ESC6, ESC7 y 3 C.G.P.M de la parcela 4.

Para el cálculo de la potencia tendremos que tener en cuenta el coeficiente de simultaneidad en relación al nº de viviendas, los cuales podemos observar en la siguiente tabla, procedente de la ITC-BT 10:

Nº Viviendas (n)	Coefficiente de Simultaneidad
1	1
2	2
3	3
4	3,8
5	4,6
6	5,4
7	6,2
8	7
9	7,8
10	8,5
11	9,2
12	9,9
13	10,6
14	11,3
15	11,9
16	12,5
17	13,1
18	13,7
19	14,3
20	14,8
21	15,3
n>21	15,3+(n-21).0,5



La potencia a utilizar para el calculo de la intensidad es la equivalente a la primera carga, puesto que es donde mas intensidad tenemos, (C:G:P:M 2.1.1-1):

$$P_n = CS_2 * EE = 9,2 * 2 = 18,4 \text{ KW}$$

$$P_{\tilde{n}} = CS_4 * EE = 9,2 * 3,8 = 34,96 \text{ KW}$$

$$P_m = CS_6 * EE = 9,2 * 5,4 = 49,68 \text{ KW}$$

$$P_{sc6} = CS_{17} * P_m = 13,1 * 6,96 = 91,27 \text{ KW}$$

$$P_M = \frac{(6 \cdot 9,2) + (11 \cdot 5,75)}{17} = 6,96 \text{ KW}$$

$$P_{sc7} = CS_{28} * P_m = 18,8 * 6,49 = 122,012$$

$$P_M = \frac{(6 \cdot 9,2) + (22 \cdot 5,75)}{28} = 6,49 \text{ KW}$$

$$I_T = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \gamma} = \frac{122,012 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 195,37 \text{ (A)}$$

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo. La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	-
9	0,49	0,62	0,72	0,79	-
10	0,48	0,61	0,71	-	-

Tomamos el valor de 0,67 → 6 circuitos agrupados a 200 mm de distancia.

$$I_{\text{Tablas}} = \frac{I}{K} = \frac{195,37}{0,67} = 291,56 \text{ (A)}$$

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para 291,56 A es posible escoger una sección de 240 mm², por lo tanto escogeremos ese valor de sección:

$$S = 240\text{mm}^2 \rightarrow I_{\text{adm}} = 340 * 0,67 = 227,8 \text{ (A)} > I_{\text{nom}} = 195,37 \text{ (A)}$$

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Proteccion contra cortocircuitos:

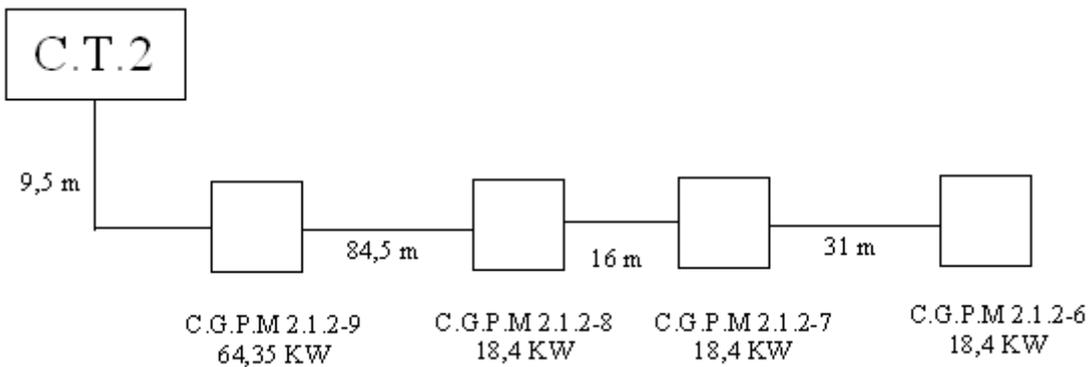
Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros (1)						

Según estas tablas, utilizaremos un fusible de 250 (A) ya que nos protege una distancia de 260 metros que es mayor de 199 metros que mide nuestra rama.

Rama 2:

La rama dos esta formada por una C.G.P.M correspondiente a la ESC 5 de la parcela 2 y por 3 C.G.P.M de la parcela 4

:



La potencia a utilizar para el calculo de la intensidad es la equivalente a la primera carga, puesto que es donde mas intensidad tenemos, (C:G:P:M 2.1.2-9):

$$P_u = CS_2 * EE = 9,2 * 2 = 18,4 \text{ KW}$$

$$P_s = CS_4 * EE = 9,2 * 3,8 = 34,96 \text{ KW}$$

$$P_t = CS_6 * EE = 9,2 * 5,4 = 49,68 \text{ KW}$$

$$P_{sc5} = CS_{17} * P_m = 6,96 * 13,1 = 91,17 \text{ KW}$$

$$P_M = \frac{(6 \cdot 9,2) + (11 \cdot 5,75)}{17} = 6,96 \text{ KW}$$

$$I_T = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \gamma} = \frac{91,17 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 146,38 \text{ (A)}$$

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo. La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	-
9	0,49	0,62	0,72	0,79	-
10	0,48	0,61	0,71	-	-

Tomamos el valor de 0,74 → 4 circuitos agrupados a 200 mm de distancia.

$$I_{\text{Tablas}} = \frac{I}{K} = \frac{146,38}{0,74} = 197,81 \text{ (A)}$$

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para 197,81 A es posible escoger una sección de 95 mm², pero quedaría muy justo y aparte Iberdrola nos exige un mínimo de 150mm², por tanto:

$$S = 150\text{mm}^2 \rightarrow I_{\text{adm}} = 260 * 0,74 = 192,4 \text{ (A)} > I_{\text{nom}} = 146,38 \text{ (A)}$$

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Proteccion contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros ⁽¹⁾						

Según estas tablas, utilizaremos un fusible de 200 (A) ya que nos protege una distancia de 215 metros que es mayor de 203 metros que mide nuestra rama.

2.1.2.1.3.-Caída de tensión.

Para que la sección sea valida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

La expresión que calcula esta caída de tensión es la siguiente:

$$AU\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot \tan\theta)$$

Donde W (KW), L (Km) y U (V).

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm ²	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

La potencia de cada anillo es aquella que viene recogida con el factor de simultaneidad.

Las caídas de tensión las tenemos recogidas en la siguiente tabla:

TRAMO	P (KW)	L (KM)	AU	SUM. AU
CT2-2.1.1-1	122,012	0,0615	0,882	0,882
2.1.1-1-2.1.1-2	91,27	0,035	0,375	1,257
2.1.1-2-2.1.1-3	49,68	0,045	0,263	1,52
2.1.1-3-2.1.1-4	34,96	0,031	0,127	1,647
2.1.1-4-2.1.1-5	18,4	0,016	0,034	1,681

TRAMO	P (KW)	L (KM)	AU	SUM. AU
CT2-2.1.2-9	91,17	0,0095	0,148	0,148
2.1.2-9-2.1.2-8	49,68	0,0845	0,718	0,866
2.1.2-8-2.1.2-7	34,98	0,016	0,095	0,961
2.1.2-7-2.1.2-6	18,4	0,031	0,097	1,058

Podemos observar que tanto en la rama 1 como en la rama 2, no excedemos la caída de tensión a más del 5%, por lo tanto el cálculo de la sección es correcto.

2.1.2.1.4.-Resultado de los cálculos.

Las ramas 1 y 2 del anillo 1 del centro de transformación 1 utilizaran:

AL XZ1 0,6 /1KV 3x240 + 1x150 mm²

La rama 1 con un fusible de 250 (A).

La rama 2 con un fusible de 200 (A).

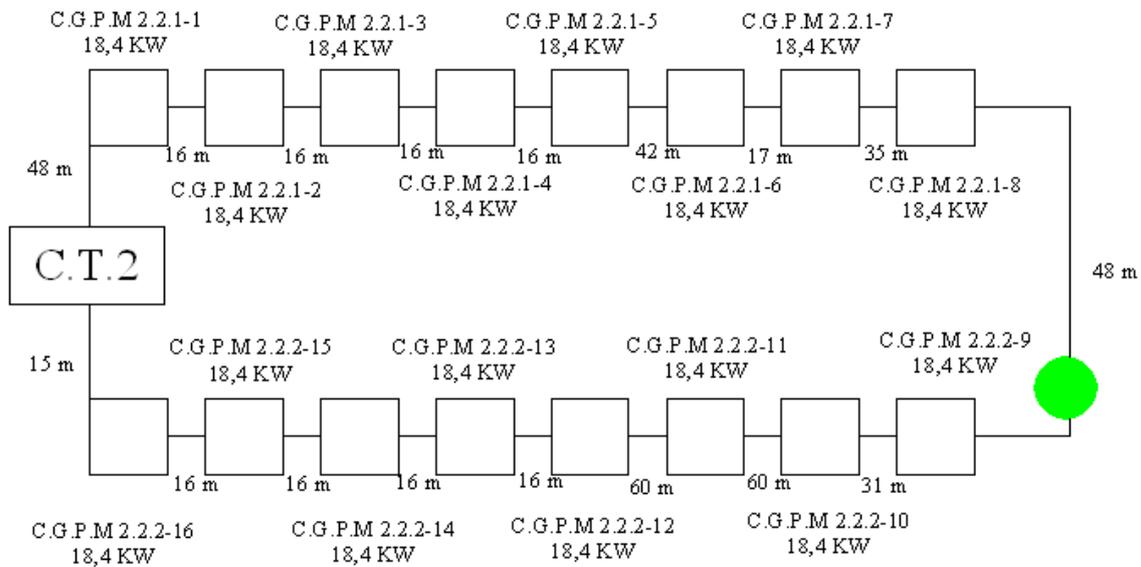
2.1.2.2- Anillo 2.

2.1.2.2.1.- Prevision de potencia.

El anillo 2 alimenta a 5 escaleras del edificio de la parcela 2

Para el calculo de la sección, deben cumplirse los criterios de calentamiento y caída de tensión, que se demuestran a continuación.

En la siguiente grafica se puede observar las cargas del anillo asi como su longitud:



Calculo del punto de minima tensión:

$$L_x = \frac{\sum L \cdot P}{P_t}$$

En el cual pondremos los valores de las potencias sin coeficiente de simultaneidad.

En esta tabla podemos observar los valores de las cargas y el punto de minima tensión:

PUNTO	DISTANCIA (m)	\sum DISTANCIAS	POTENCIA (KW)	\sum POTENCIAS	P.M.T
CT-A	48	48	18,4	18,4	250
A-B	16	64	18,4	36,8	
B-C	16	80	18,4	55,2	
C-D	16	96	18,4	73,6	
D-E	16	112	18,4	92	
E-F	42	154	18,4	110,4	
F-G	17	171	18,4	128,8	
G-P	35	206	18,4	147,2	
P-R	48	254	18,4	165,6	
R-Q	31	285	18,4	184	
Q-O	60	345	18,4	202,4	
O-H	60	405	18,4	220,8	
H-I	16	421	18,4	239,2	
I-J	16	437	18,4	257,6	
J-K	16	453	18,4	276	
K-L	16	469	18,4	294,4	
L-CT	15	484			

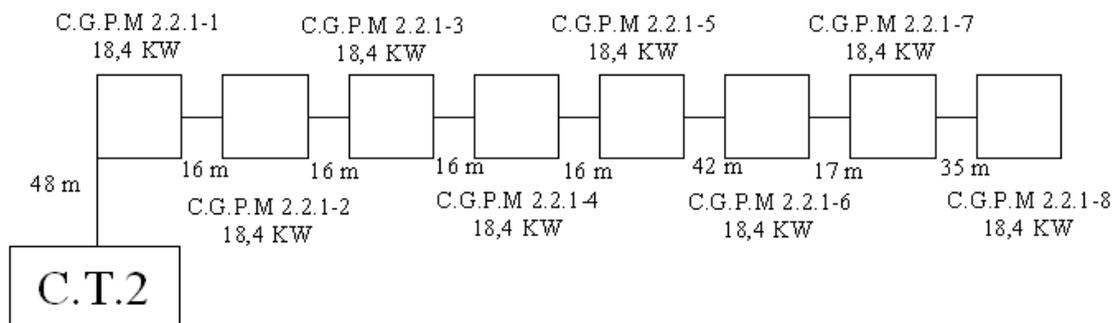
Por consiguiente, vamos a proceder al calculo de la sección, cumpliendo con los siguientes criterios para cada una de las ramas.

2.1.2.2.2.-Intensidad.

Rama 1:

Esta rama esta compuesta por siete C.G.P.M procedentes a viviendas unifamiliares de la parcela 5 y una C.G.P.M de la parcela 4.

Por lo tanto la Rama 1 sera la siguiente:



La potencia a utilizar para el calculo de la intensidad es la equivalente a la primera carga, puesto que es donde mas intensidad tenemos, (C:G:P:M 2.2.1-1):

$$P_p = CS_2 * EE = 2 * 9,2 = 18,4 \text{ KW}$$

$$P_g = CS_4 * EE = 3,8 * 9,2 = 34,96 \text{ KW}$$

$$P_f = CS_6 * EE = 5,4 * 9,2 = 49,68 \text{ KW}$$

$$P_e = CS_8 * EE = 7 * 9,2 = 64,4 \text{ KW}$$

$$P_d = CS_{10} * EE = 8,5 * 9,2 = 78,2 \text{ KW}$$

$$P_c = CS_{12} * EE = 9,9 * 9,2 = 91,08 \text{ KW}$$

$$P_b = CS_{14} * EE = 11,3 * 9,2 = 103,96 \text{ KW}$$

$$P_a = CS_{16} * EE = 115 \text{ KW}$$

$$I_T = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \gamma} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 184,43 \text{ (A)}$$

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo. La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	-
9	0,49	0,62	0,72	0,79	-
10	0,48	0,61	0,71	-	-

Tomamos el valor de 0,88 → 2 circuitos agrupados a 200 mm de distancia.

$$I_{\text{Tablas}} = \frac{I}{K} = \frac{184,43}{0,88} = 209,6 \text{ (A)}$$

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para 209,6 A es posible escoger una sección de 150 mm².

$$S = 150\text{mm}^2 \rightarrow I_{\text{adm}} = 260 * 0,88 = 228,8 \text{ (A)} > I_{\text{nom}} = 184,43 \text{ (A)}$$

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

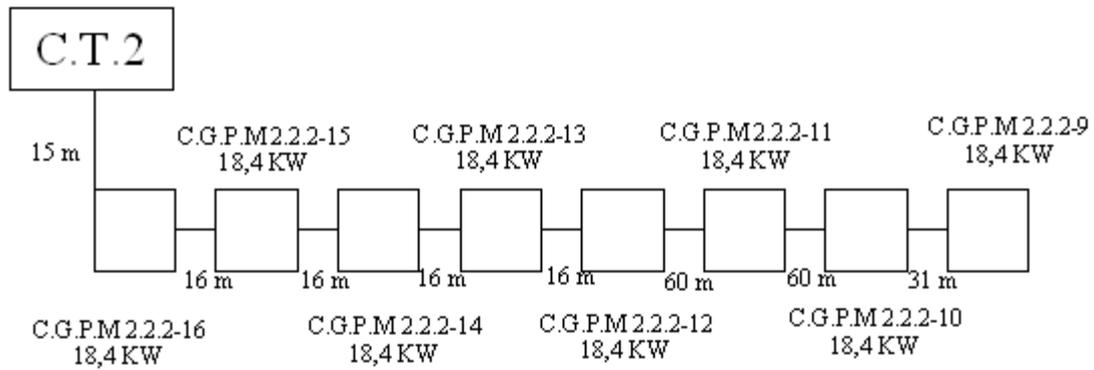
Proteccion contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros (1)						

Según estas tablas, utilizaremos un fusible de 160 (A) ya que nos protege una distancia de 285 metros que es mayor de 250 metros que mide nuestra rama.

Rama 2:

La rama dos esta formada por tres C.G.P.M de la parcela 4 y cinco de la parcela 5.



La potencia a utilizar para el calculo de la intensidad es la equivalente a la primera carga, puesto que es donde mas intensidad tenemos, (C:G:P:M 2.2.2-16):

$$Pr = CS2 * EE = 2 * 9,2 = 18,4 \text{ KW}$$

$$Pq = CS4 * EE = 3,8 * 9,2 = 34,96 \text{ KW}$$

$$Po = CS6 * EE = 5,4 * 9,2 = 49,68 \text{ KW}$$

$$Ph = CS8 * EE = 7 * 9,2 = 64,4 \text{ KW}$$

$$Pi = CS10 * EE = 8,5 * 9,2 = 78,2 \text{ KW}$$

$$Pj = CS12 * EE = 9,9 * 9,2 = 91,08 \text{ KW}$$

$$Pk = CS14 * EE = 11,3 * 9,2 = 103,96 \text{ KW}$$

$$Pl = CS16 * EE = 115 \text{ KW}$$

$$I_T = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \gamma} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 184,43 \text{ (A)}$$

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo. La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	-
9	0,49	0,62	0,72	0,79	-
10	0,48	0,61	0,71	-	-

Tomamos el valor de 0,88 → 2 circuitos agrupados a 200 mm de distancia.

$$I_{\text{Tablas}} = \frac{I}{K} = \frac{184,43}{0,88} = 209,6 \text{ (A)}$$

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para 209,6 A es posible escoger una sección de 150 mm², por lo tanto escogeremos ese valor de sección:

$$S = 150\text{mm}^2 \rightarrow I_{\text{adm}} = 260 * 0,88 = 228,8 \text{ (A)} > I_{\text{nom}} = 184,43 \text{ (A)}$$

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Proteccion contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros ⁽¹⁾						

Según estas tablas, utilizaremos un fusible de 160 (A) ya que nos protege una distancia de 260 metros que es mayor de 234 metros que mide nuestra rama.

2.1.2.2.3.-Caída de tensión.

Para que la sección sea valida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

La expresión que calcula esta caída de tensión es la siguiente:

$$AU\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot \tan\theta)$$

Donde W (KW), L (Km) y U (V).

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm ²	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

La potencia de cada anillo es aquella que viene recogida con el factor de simultaneidad.

Las caídas de tensión las tenemos recogidas en la siguiente tabla:

TRAMO	P (KW)	L (KM)	AU	SUM. AU
CT2-2.2.1-1	115	0,048	0,943575	0,943575
2.2.1-1-2.2.1-2	103,96	0,016	0,2843306	1,2279056
2.2.1-2-2.2.1-3	91,08	0,016	0,2491038	1,4770094
2.2.1-3-2.2.1-4	78,2	0,016	0,213877	1,6908864
2.2.1-4-2.2.1-5	64,4	0,016	0,176134	1,8670204
2.2.1-5-2.2.1-6	49,68	0,042	0,3566714	2,2236918
2.2.1-6-2.2.1-7	34,96	0,017	0,1015916	2,3252833
2.2.1-7-2.2.1-8	18,4	0,035	0,1100838	2,4353671

TRAMO	P (KW)	L (KM)	AU	SUM. AU
CT2-2.2.2-16	115	0,015	0,2948672	0,2948672
2.2.2-16-2.2.2-15	103,96	0,016	0,2843306	0,5791978
2.2.2-15-2.2.2-14	91,08	0,016	0,2491038	0,8283016
2.2.2-14-2.2.2-13	78,2	0,016	0,213877	1,0421786
2.2.2-13-2.2.2-12	64,4	0,016	0,176134	1,2183126
2.2.2-12-2.2.2-11	49,68	0,06	0,5095305	1,7278431
2.2.2-11-2.2.2-10	34,96	0,06	0,3585585	2,0864016
2.2.2-10-2.2.2-9	18,4	0,031	0,0975028	2,1839043

Podemos observar que tanto en la rama 1 como en la rama 2, no excedemos la caída de tensión a más del 5%, por lo tanto el cálculo de la sección es correcto.

2.1.2.2.4.-Resultado de los cálculos.

Las ramas 1 y 2 del anillo 2 del centro de transformación 1 utilizaran:

AL XZ1 0,6 /1KV 3x150 + 1x95 mm²

La rama 1 con un fusible de 160 (A).

La rama 2 con un fusible de 160 (A).

2.1.3.- Centro de Transformacion 3.

El centro de transformación n° 3 alimenta las siguientes parcelas:

- Parcela EE.
- Parcela 9.
- Parcela 8.
- Parcela 1ES
- Parcela 4EL
- Parcela 3EL

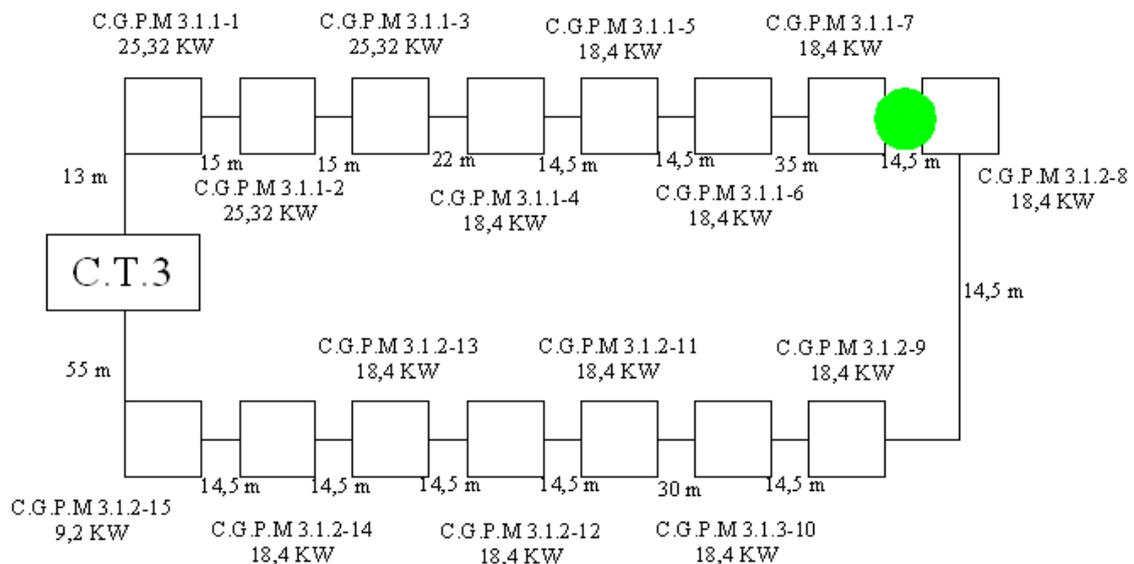
2.1.3.1.- Anillo 1.

2.1.3.1.1.- Prevision de potencia.

El anillo 1 alimenta a las C.G.P.M del EE, y a la parcela 9.

Para el calculo de la sección, deben cumplirse los criterios de calentamiento y caída de tensión, que se demuestran a continuación.

En la siguiente grafica se puede observar las cargas del anillo asi como su longitud:



Calculo del punto de minima tensión:

$$L_x = \frac{\sum L*P}{P_t}$$

En el cual pondremos los valores de las potencias sin coeficiente de simultaneidad.

Las cargas de cada C.G.P de la parcela 1 son las correspondientes a dos viviendas unifamiliares, a excepción de una de ellas que es solo de una vivienda. En esta tabla podemos observar los valores de las cargas y el punto de minima tensión:

PUNTO	DISTANCIA (m)	\sum DISTANCIAS	POTENCIA (KW)	\sum POTENCIAS	P.M.T
CT-EE1	15	15	25,32	25,32	131,5201
EE1-EE2	15	30	25,32	50,64	
EE2-EE3	22	52	25,32	75,96	
EE3-A	14,5	66,5	18,4	94,36	
A-B	14,5	81	18,4	112,76	
B-C	35	116	18,4	131,16	
C-D	14,5	130,5	18,4	149,56	
D-E	14,5	145	18,4	167,96	
E-F	14,5	159,5	18,4	186,36	
F-G	30	189,5	18,4	204,76	
G-H	14,5	204	18,4	223,16	
H-I	14,5	218,5	18,4	241,56	
I-J	14,5	233	18,4	259,96	
J-K	14,5	247,5	18,4	278,36	
K-L	14,4	261,9	9,2	287,56	
L-CT	55	316,9			

Por consiguiente, vamos a proceder al cálculo de la sección, cumpliendo con los siguientes criterios para cada una de las ramas.

2.1.3.1.2.-Intensidad.

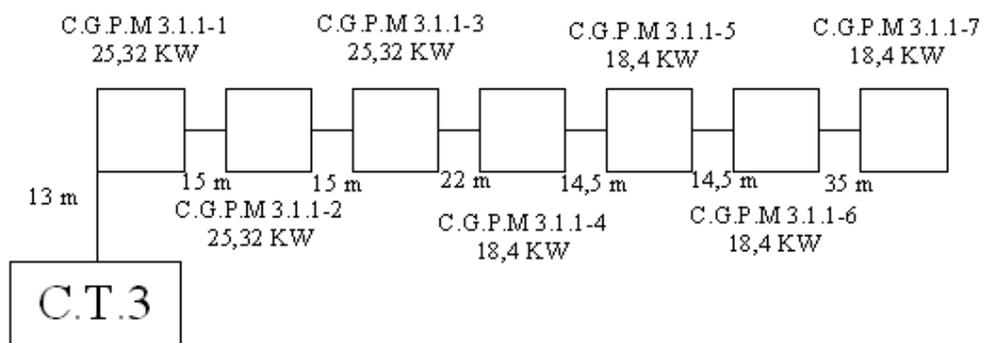
Rama 1:

Esta rama está compuesta por las C.G.P.M del EE y por cuatro C.G.P.M de la parcela 9.

Para el cálculo de la potencia tendremos que tener en cuenta el coeficiente de simultaneidad en relación al nº de viviendas, los cuales podemos observar en la siguiente tabla, procedente de la ITC-BT 10:

Nº Viviendas (n)	Coficiente de Simultaneidad
1	1
2	2
3	3
4	3,8
5	4,6
6	5,4
7	6,2
8	7
9	7,8
10	8,5
11	9,2
12	9,9
13	10,6
14	11,3
15	11,9
16	12,5
17	13,1
18	13,7
19	14,3
20	14,8
21	15,3
n>21	15,3+(n-21).0,5

La rama 1 del anillo 1 seria la siguiente:



La potencia a utilizar para el calculo de la intensidad es la equivalente a la primera carga, puesto que es donde mas intensidad tenemos, (C:G:P:M 3.1.1-1):

$$P_d = CS_2 * EE = 2 * 9,2 = 18,4 \text{ KW}$$

$$P_c = CS_4 * EE = 3,8 * 9,2 = 34,96 \text{ KW}$$

$$P_b = CS_6 * EE = 5,4 * 9,2 = 49,68 \text{ KW}$$

$$P_a = CS_8 * EE = 7 * 9,2 = 64,4 \text{ KW}$$

$$P_{ee3} = CS_8 * EE + 25,32 = 89,72 \text{ KW}$$

$$P_{ee2} = CS_8 * EE + 25,32 = 115,04 \text{ KW}$$

$$P_{ee1} = CS_8 * EE + 25,32 = 64,4 + (25,32 * 3) = 140,36 \text{ KW}$$

$$I_T = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \gamma} = \frac{140,36 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 225,1 \text{ (A)}$$

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo. La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	-
9	0,49	0,62	0,72	0,79	-
10	0,48	0,61	0,71	-	-

Tomamos el valor de 1, puesto que solamente transcurre un circuito por la zanja y todos los demás factores de corrección son 1.

$$I_T' = 225,1 \text{ (A)}$$

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para 225,1 A es posible escoger una sección de 150 mm², por lo tanto escogeremos ese valor de sección:

$$S = 150 \text{ mm}^2 \rightarrow I_{adm} = 260 * 1 = 260 \text{ (A)} > I_{nom} = 225,1 \text{ (A)}$$

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Proteccion contra cortocircuitos:

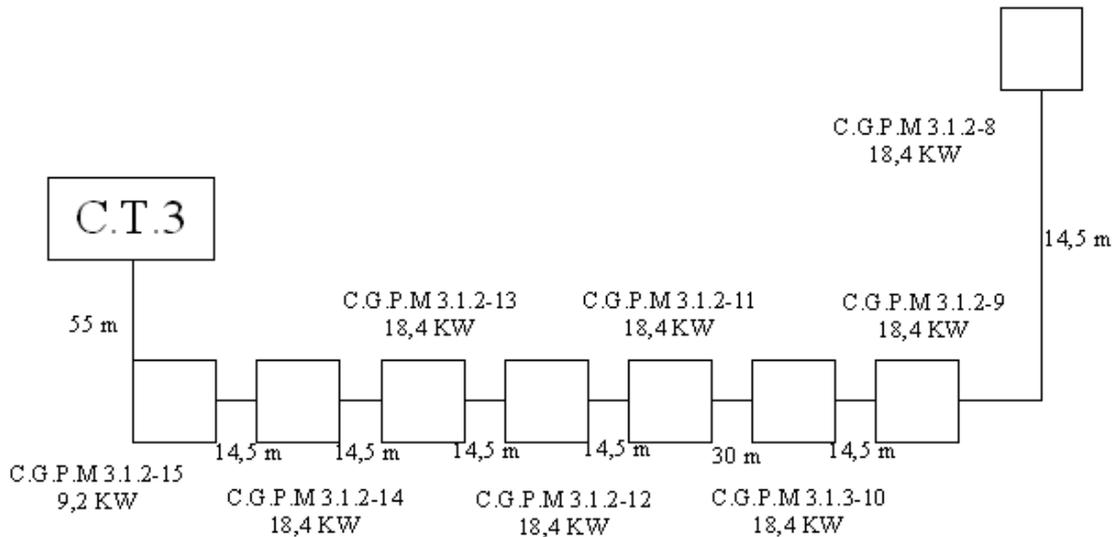
Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros (1)						

Según estas tablas, utilizaremos un fusible de 250 (A) ya que nos protege una distancia de 165 metros que es mayor de 131,5 metros que mide nuestra rama.

Rama 2:

La rama dos esta formada por una C.G.P.M correspondiente a la ESC 5 de la parcela 2 y por 3 C.G.P.M de la parcela 4

:



La potencia a utilizar para el calculo de la intensidad es la equivalente a la primera carga, puesto que es donde mas intensidad tenemos, (C:G:P:M 3.1.2-15):

$$Pe = CS2 * EE = 2 * 9,2 = 18,4 \text{ KW}$$

$$Pf = CS4 * EE = 3,8 * 9,2 = 34,96 \text{ KW}$$

$$Pg = CS6 * EE = 5,4 * 9,2 = 49,68 \text{ KW}$$

$$Ph = CS8 * EE = 7 * 9,2 = 64,4 \text{ KW}$$

$$Pi = CS10 * EE = 8,5 * 9,2 = 78,2 \text{ KW}$$

$$Pj = CS12 * EE = 9,9 * 9,2 = 91,08 \text{ KW}$$

$$Pk = CS14 * EE = 11,3 * 9,2 = 103,96 \text{ KW}$$

$$Pl = CS15 * EE = 11,9 * 9,2 = 109,48 \text{ KW}$$

$$I_T = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \gamma} = \frac{109,48 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 175,58 \text{ (A)}$$

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo. La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	-
9	0,49	0,62	0,72	0,79	-
10	0,48	0,61	0,71	-	-

Tomamos el valor de 0,88 → 2 circuitos agrupados a 200 mm de distancia.

$$I_{\text{Tablas}} = \frac{I}{K} = \frac{175,58}{0,88} = 199,52 \text{ (A)}$$

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Sección mm ²	Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto		
	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para 199,52 A es posible escoger una sección de 95 mm², pero quedaría muy justo y aparte Iberdrola nos exige un mínimo de 150mm², por tanto:

$$S = 150\text{mm}^2 \rightarrow I_{\text{adm}} = 260 * 0,88 = 228,8 \text{ (A)} > I_{\text{nom}} = 175,58 \text{ (A)}$$

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Proteccion contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
	Longitudes en metros ⁽¹⁾					

Según estas tablas, utilizaremos un fusible de 200 (A) ya que nos protege una distancia de 215 metros que es mayor de 185,4 metros que mide nuestra rama.

2.1.3.1.3.-Caída de tensión.

Para que la sección sea valida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

La expresión que calcula esta caída de tensión es la siguiente:

$$AU\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot \tan\theta)$$

Donde W (KW), L (Km) y U (V).

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm ²	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

La potencia de cada anillo es aquella que viene recogida con el factor de simultaneidad.

Las caídas de tensión las tenemos recogidas en la siguiente tabla:

TRAMO	P (KW)	L (KM)	AU	SUM. AU
CT3-3.1.1-1	140,36	0,013	0,3119062	0,3119062
3.1.1-1-3.1.1-2	115,04	0,015	0,2949698	0,606876
3.1.1-2-3.1.1-3	89,72	0,015	0,2300477	0,8369237
3.1.1-3-3.1.1-4	64,4	0,022	0,2421843	1,0791079
3.1.1-4-3.1.1-5	49,68	0,0145	0,1231365	1,2022445
3.1.1-5-3.1.1-6	34,96	0,0145	0,0866516	1,2888961
3.1.1-6-3.1.1-7	18,4	0,035	0,1100838	1,3989799

TRAMO	P (KW)	L (KM)	AU	SUM. AU
CT3-3.1.2-15	109,48	0,055	1,0292831	1,0292831
3.1.2-15-3.1.2-14	103,96	0,0145	0,2576746	1,2869577
3.1.2-14-3.1.2-13	91,08	0,0145	0,2257503	1,512708
3.1.2-13-3.1.2-12	78,2	0,0145	0,193826	1,706534
3.1.2-12-3.1.2-11	64,4	0,0145	0,1596214	1,8661555
3.1.2-11-3.1.2-10	49,68	0,03	0,2547653	2,1209207
3.1.2-10-3.1.2-9	34,96	0,0145	0,0866516	2,2075723
3.1.2-9-3.1.2-8	18,4	0,0145	0,0456061	2,2531785

Podemos observar que tanto en la rama 1 como en la rama 2, no excedemos la caída de tensión a mas del 5%, por lo tanto el cálculo de la sección es correcto.

2.1.3.1.4.-Resultado de los cálculos.

Las ramas 1 y 2 del anillo 1 del centro de transformación 1 utilizaran:

AL XZ1 0,6 /1KV 3x150 + 1x95 mm²

La rama 1 con un fusible de 250 (A).

La rama 2 con un fusible de 200 (A).

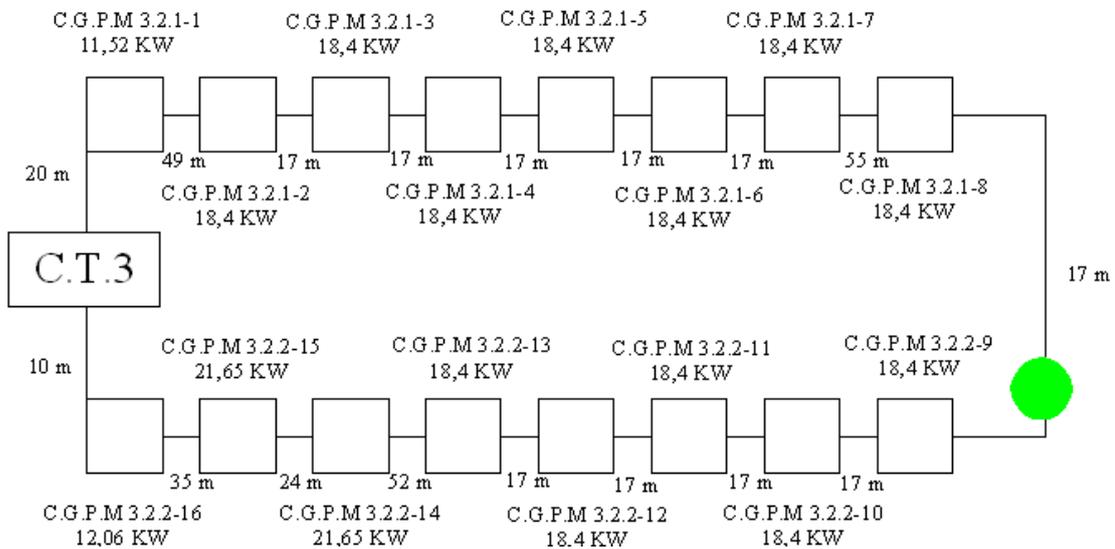
2.1.3.2- Anillo 2.

2.1.3.2.1.- Prevision de potencia.

El anillo 2 alimenta a 5 escaleras del edificio de la parcela 2

Para el calculo de la sección, deben cumplirse los criterios de calentamiento y caída de tensión, que se demuestran a continuación.

En la siguiente grafica se puede observar las cargas del anillo asi como su longitud:



Calculo del punto de minima tensión:

$$L_x = \frac{\sum L \cdot P}{P_t}$$

En el cual pondremos los valores de las potencias sin coeficiente de simultaneidad.

En esta tabla podemos observar los valores de las cargas y el punto de minima tensión:

PUNTO	DISTANCIA (m)	\sum DISTANCIAS	POTENCIA (KW)	\sum POTENCIAS	P.M.T
CT-3EL	20	20	11,52	11,52	210,96809
3EL-A	49	69	18,4	29,92	
A-B	17	86	18,4	48,32	
B-C	17	103	18,4	66,72	
C-D	17	120	18,4	85,12	
D-E	17	137	18,4	103,52	
E-F	17	154	18,4	121,92	
F-G	55	209	18,4	140,32	
G-H	17	226	18,4	158,72	
H-I	17	243	18,4	177,12	
I-J	17	260	18,4	195,52	
J-K	17	277	18,4	213,92	
K-L	17	294	18,4	232,32	
L-ES1	52	346	21,65	253,97	
ES1-ES2	24	370	21,65	275,62	
ES2-4EL	35	405	12,06	287,68	
4EL-CT	10	415			

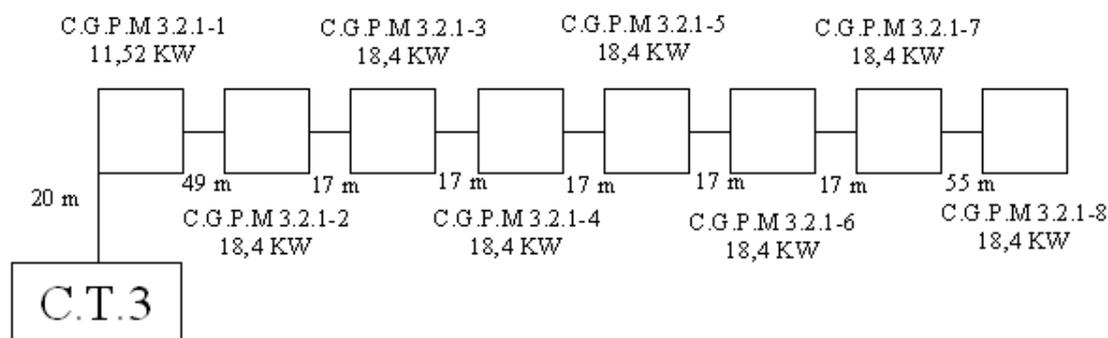
Por consiguiente, vamos a proceder al calculo de la sección, cumpliendo con los siguientes criterios para cada una de las ramas.

2.1.3.2.2.-Intensidad.

Rama 1:

Esta rama esta compuesta por siete C.G.P.M procedentes a viviendas unifamiliares de la parcela 5 y una C.G.P.M de la parcela 4.

Por lo tanto la Rama 1 sera la siguiente:



La potencia a utilizar para el calculo de la intensidad es la equivalente a la primera carga, puesto que es donde mas intensidad tenemos, (C:G:P:M 3.2.1-1):

$$P_g = CS_2 * EE = 2 * 9,2 = 18,4 \text{ KW}$$

$$P_f = CS_4 * EE = 3,8 * 9,2 = 34,96 \text{ KW}$$

$$P_e = CS_6 * EE = 5,4 * 9,2 = 49,68 \text{ KW}$$

$$P_d = CS_8 * EE = 7 * 9,2 = 64,4 \text{ KW}$$

$$P_c = CS_{10} * EE = 8,5 * 9,2 = 78,2 \text{ KW}$$

$$P_b = CS_{12} * EE = 9,9 * 9,2 = 91,08 \text{ KW}$$

$$P_a = CS_{14} * EE = 11,3 * 9,2 = 103,96 \text{ KW}$$

$$P_{3el} = (CS_{14} * EE) + 11,52 = 115,48 \text{ KW}$$

$$I_T = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \gamma} = \frac{115,48 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 185,2 \text{ (A)}$$

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo. La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	-
9	0,49	0,62	0,72	0,79	-
10	0,48	0,61	0,71	-	-

Tomamos el valor de 0,88 → 2 circuitos agrupados a 200 mm de distancia.

$$I_{\text{Tablas}} = \frac{I}{K} = \frac{185,2}{0,88} = 210,45 \text{ (A)}$$

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para 210,45 A es posible escoger una sección de 150 mm².

$$S = 150\text{mm}^2 \rightarrow I_{\text{adm}} = 260 * 0,88 = 228,8 \text{ (A)} > I_{\text{nom}} = 185,2 \text{ (A)}$$

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

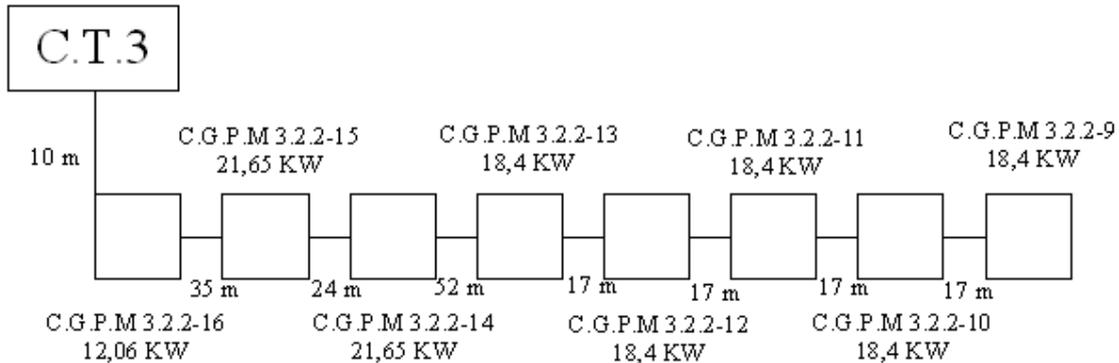
Proteccion contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros (1)						

Según estas tablas, utilizaremos un fusible de 200 (A) ya que nos protege una distancia de 215 metros que es mayor de 210 metros que mide nuestra rama.

Rama 2:

La rama dos esta formada por tres C.G.P.M de la parcela 4 y cinco de la parcela 5.



La potencia a utilizar para el calculo de la intensidad es la equivalente a la primera carga, puesto que es donde mas intensidad tenemos, (C:G:P:M 3.2.2-16):

$$P_h = CS_2 * EE = 2 * 9,2 = 18,4 \text{ KW}$$

$$P_i = CS_4 * EE = 3,8 * 9,2 = 34,96 \text{ KW}$$

$$P_j = CS_6 * EE = 5,4 * 9,2 = 49,68 \text{ KW}$$

$$P_k = CS_8 * EE = 7 * 9,2 = 64,4 \text{ KW}$$

$$P_l = CS_{10} * EE = 78,2 \text{ KW}$$

$$P_{es1} = CS_{10} * EE + 21,65 = 99,85 \text{ KW}$$

$$P_{es2} = CS_{10} * EE + 21,65 = 121,5 \text{ KW}$$

$$P_{4el} = CS_{10} * EE + 12,06 = 133,56 \text{ KW}$$

$$I_T = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \gamma} = \frac{133,56 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 214,19 \text{ (A)}$$

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo. La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	-
9	0,49	0,62	0,72	0,79	-
10	0,48	0,61	0,71	-	-

Tomamos el valor de 1 puesto que solo hay un circuito enterrado en esa zanja y todos los demás factores son la unidad.

$$I_{\text{Tablas}} = 214,19 \text{ (A)}$$

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para 214,19 A es posible escoger una sección de 150 mm², por lo tanto escogeremos ese valor de sección:

$$S = 150\text{mm}^2 \rightarrow I_{\text{adm}} = 260 * 1 = 260 \text{ (A)} > I_{\text{nom}} = 214,19 \text{ (A)}$$

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Proteccion contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros ⁽¹⁾						

Según estas tablas, utilizaremos un fusible de 200 (A) ya que nos protege una distancia de 260 metros que es mayor de 204,04 metros que mide nuestra rama.

2.1.3.2.3.-Caída de tensión.

Para que la sección sea valida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

La expresión que calcula esta caída de tensión es la siguiente:

$$AU\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot \tan\theta)$$

Donde W (KW), L (Km) y U (V).

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm ²	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

La potencia de cada anillo es aquella que viene recogida con el factor de simultaneidad.

Las caídas de tensión las tenemos recogidas en la siguiente tabla:

TRAMO	P (KW)	L (KM)	AU	SUM. AU
CT3-3.2.1-1	115,48	0,02	0,3947973	0,3947973
3.2.1-1-3.2.1-2	103,96	0,049	0,8707625	1,2655597
3.2.1-2-3.2.1-3	91,08	0,017	0,2646728	1,5302325
3.2.1-3-3.2.1-4	78,2	0,017	0,2272443	1,7574768
3.2.1-4-3.2.1-5	64,4	0,017	0,1871424	1,9446192
3.2.1-5-3.2.1-6	49,68	0,017	0,144367	2,0889862
3.2.1-6-3.2.1-7	34,96	0,017	0,1015916	2,1905777
3.2.1-7-3.2.1-8	18,4	0,055	0,1729888	2,3635665

TRAMO	P (KW)	L (KM)	AU	SUM. AU
CT3-3.2.2-16	133,56	0,01	0,2283041	0,2283041
3.2.2-16-3.2.2-15	121,5	0,035	0,7269117	0,9552158
3.2.2-15-3.2.2-14	99,85	0,024	0,4096346	1,3648505
3.2.2-14-3.2.2-13	78,2	0,052	0,6951003	2,0599507
3.2.2-13-3.2.2-12	64,4	0,017	0,1871424	2,2470931
3.2.2-12-3.2.2-11	49,68	0,017	0,144367	2,3914601
3.2.2-11-3.2.2-10	34,96	0,017	0,1015916	2,4930516
3.2.2-10-3.2.2-9	18,4	0,017	0,0534693	2,5465209

Podemos observar que tanto en la rama 1 como en la rama 2, no excedemos la caída de tensión a más del 5%, por lo tanto el cálculo de la sección es correcto.

2.1.3.2.4.-Resultado de los cálculos.

Las ramas 1 y 2 del anillo 2 del centro de transformación 1 utilizarán:

AL XZ1 0,6 /1KV 3x150 + 1x95 mm²

La rama 1 con un fusible de 200 (A).

La rama 2 con un fusible de 200 (A).

2.1.4.- Centro de Transformacion 4.

El centro de transformación n° 3 alimenta las siguientes parcelas:

- Parcela 6A.
- Parcela 6B.
- Parcela 7.
- AL Viales

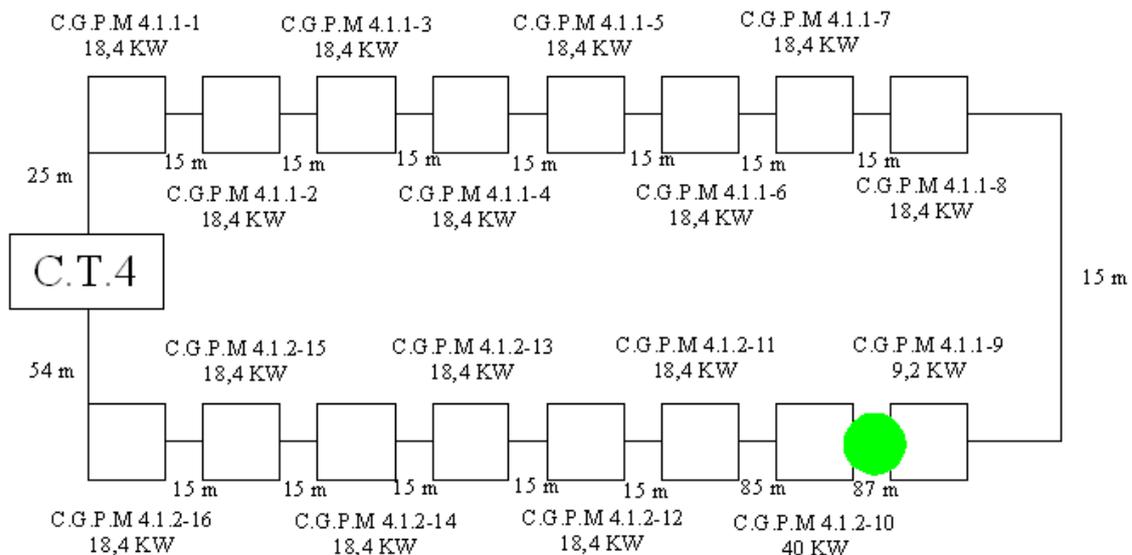
2.1.4.1- Anillo 1.

2.1.4.1.1.- Prevision de potencia.

El anillo 1 alimenta a las C.G.P.M de la parcela 6A y 6B y al alumbrado de los viales.

Para el cálculo de la sección, deben cumplirse los criterios de calentamiento y caída de tensión, que se demuestran a continuación.

En la siguiente grafica se puede observar las cargas del anillo así como su longitud:



Calculo del punto de minima tensión:

$$L_x = \frac{\sum L * P}{P_t}$$

En el cual pondremos los valores de las potencias sin coeficiente de simultaneidad.

Las cargas de cada C.G.P de la parcela 1 son las correspondientes a dos viviendas unifamiliares, a excepción de una de ellas que es solo de una vivienda. En esta tabla podemos observar los valores de las cargas y el punto de minima tensión:

PUNTO	DISTANCIA (m)	\sum DISTANCIAS	POTENCIA (KW)	\sum POTENCIAS	P.M.T
CT-A	25	25	18,4	18,4	208,32103
A-B	15	40	18,4	36,8	
B-C	15	55	18,4	55,2	
C-D	15	70	18,4	73,6	
D-E	15	85	18,4	92	
E-F	15	100	18,4	110,4	
F-G	15	115	18,4	128,8	
G-H	15	130	18,4	147,2	
H-I	15	145	9,2	156,4	
I-AL.V	87	232	40	196,4	
AL.V-J	78	310	18,4	214,8	
J-K	15	325	18,4	233,2	
K-L	15	340	18,4	251,6	
L-M	15	355	18,4	270	
M-N	15	370	18,4	288,4	
N-Ñ	15	385	18,4	306,8	
Ñ-O	15	400	18,4	325,2	
O-CT	47	447			

Por consiguiente, vamos a proceder al cálculo de la sección, cumpliendo con los siguientes criterios para cada una de las ramas.

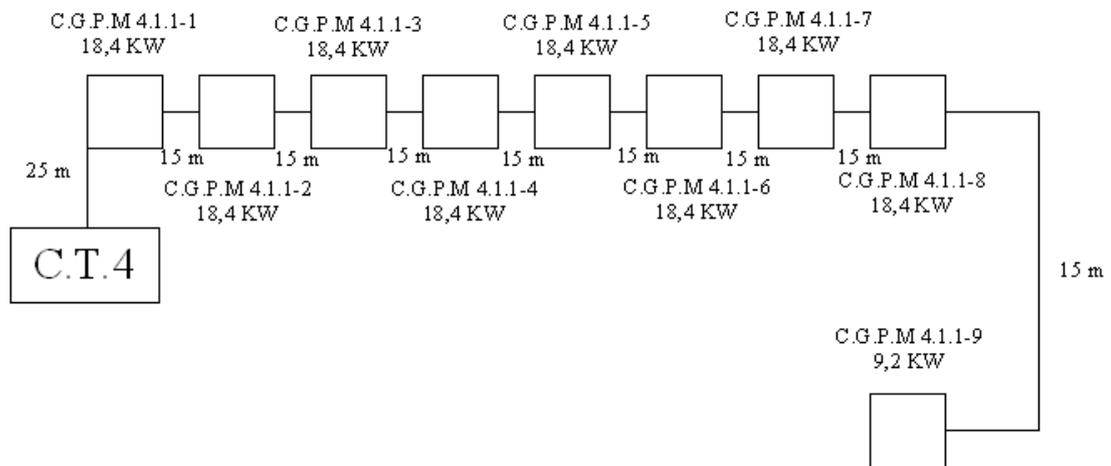
2.1.4.1.2.-Intensidad.

Rama 1:

Esta rama está compuesta por las C.G.P.M de la parcela 6ª. Para el cálculo de la potencia tendremos que tener en cuenta el coeficiente de simultaneidad en relación al nº de viviendas, los cuales podemos observar en la siguiente tabla, procedente de la ITC-BT 10:

Nº Viviendas (n)	Coefficiente de Simultaneidad
1	1
2	2
3	3
4	3,8
5	4,6
6	5,4
7	6,2
8	7
9	7,8
10	8,5
11	9,2
12	9,9
13	10,6
14	11,3
15	11,9
16	12,5
17	13,1
18	13,7
19	14,3
20	14,8
21	15,3
n>21	$15,3+(n-21) \cdot 0,5$

La rama 1 del anillo 1 seria la siguiente:



La potencia a utilizar para el cálculo de la intensidad es la equivalente a la primera carga, puesto que es donde mas intensidad tenemos, (C:G:P:M 4.1.1-1):

$$P_i = CS1 * EE = 1 * 9,2 = 9,2 \text{ KW}$$

$$P_h = CS3 * EE = 3 * 9,2 = 27,6 \text{ KW}$$

$$P_g = CS5 * EE = 4,6 * 9,2 = 42,32 \text{ KW}$$

$$P_f = CS7 * EE = 6,2 * 9,2 = 57,04 \text{ KW}$$

$$P_e = CS9 * EE = 7,8 * 9,2 = 71,76 \text{ KW}$$

$$P_d = CS11 * EE = 9,2 * 9,2 = 84,64 \text{ KW}$$

$$P_c = CS13 * EE = 10,6 * 9,2 = 97,52 \text{ KW}$$

$$P_b = CS15 * EE = 11,9 * 9,2 = 109,48 \text{ KW}$$

$$P_a = CS17 * EE = 120,52 \text{ KW}$$

$$I_T = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \gamma} = \frac{120,52 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 193,28 \text{ (A)}$$

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo. La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	-
9	0,49	0,62	0,72	0,79	-
10	0,48	0,61	0,71	-	-

Tomamos el valor de 1, puesto que solamente transcurre un circuito por la zanja y todos los demás factores de corrección son 1.

$$I_{\text{Tablas}} = \frac{I}{K} = 193,28 \text{ (A)}$$

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para 193,28 A es posible escoger una sección de 95 mm², pero Iberdrola nos obliga a tener un mínimo de 150 mm² por anillo, por lo tanto escogeremos ese valor de sección:

$$S = 150 \text{ mm}^2 \rightarrow I_{\text{adm}} = 260 * 1 = 260 \text{ (A)} > I_{\text{nom}} = 193,28 \text{ (A)}$$

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

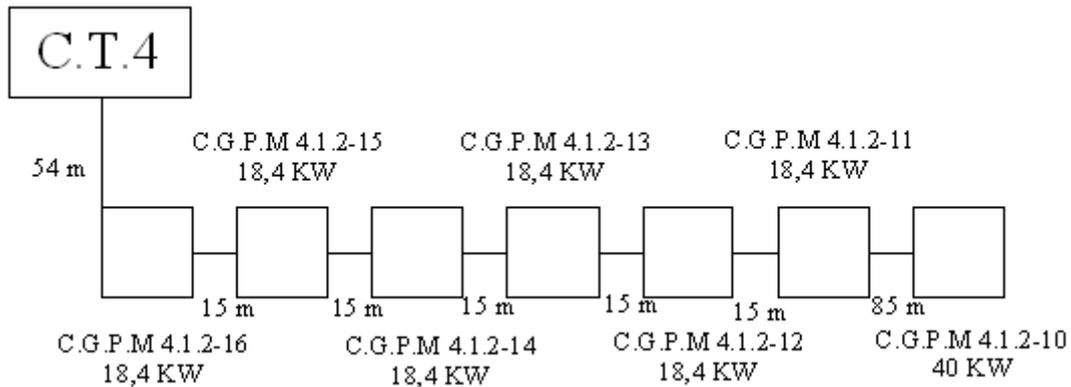
Proteccion contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros (1)						

Según estas tablas, utilizaremos un fusible de 200 (A) ya que nos protege una distancia de 215 metros que es mayor de 208,3 metros que mide nuestra rama.

Rama 2:

La rama dos esta formada por las C.G.P.M correspondientes a la parcela 6B y al alumbrado de los viales



La potencia a utilizar para el calculo de la intensidad es la equivalente a la primera carga, puesto que es donde mas intensidad tenemos, (C:G:P:M 4.1.2-16):

$$P_{a.v} = 40 \text{ KW}$$

$$P_j = CS_2 * EE + 40 = 2 * 9,2 + 40 = 58,4 \text{ KW}$$

$$P_k = CS_4 * EE + 40 = 3,8 * 9,2 + 40 = 74,96 \text{ KW}$$

$$P_l = CS_6 * EE + 40 = 5,4 * 9,2 + 40 = 89,68 \text{ KW}$$

$$P_m = CS_8 * EE + 40 = 7 * 9,2 + 40 = 104,4 \text{ KW}$$

$$P_n = CS_{10} * EE + 40 = 8,5 * 9,2 + 40 = 118,2 \text{ KW}$$

$$P_{\tilde{n}} = CS_{12} * EE + 40 = 131,08 \text{ KW}$$

$$I_T = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \gamma} = \frac{131,08 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 210,21 \text{ (A)}$$

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo. La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	-
9	0,49	0,62	0,72	0,79	-
10	0,48	0,61	0,71	-	-

Tomamos el valor de 0,79 → 3 circuitos agrupados a 200 mm de distancia.

$$I_{\text{Tablas}} = \frac{I}{K} = \frac{210,21}{0,79} = 266,08 \text{ (A)}$$

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Sección mm ²	Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto		
	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para 266,08 A es posible escoger una sección de 240 mm², por tanto:

$$S = 240\text{mm}^2 \rightarrow I_{\text{adm}} = 340 * 0,79 = 268,6 \text{ (A)} > I_{\text{nom}} = 210,21 \text{ (A)}$$

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Proteccion contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros ⁽¹⁾						

Según estas tablas, utilizaremos un fusible de 250 (A) ya que nos protege una distancia de 260 metros que es mayor de 239 metros que mide nuestra rama.

2.1.4.1.3.-Caída de tensión.

Para que la sección sea valida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

La expresión que calcula esta caída de tensión es la siguiente:

$$AU\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot \tan\theta)$$

Donde W (KW), L (Km) y U (V).

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm ²	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

La potencia de cada anillo es aquella que viene recogida con el factor de simultaneidad.

Las caídas de tensión las tenemos recogidas en la siguiente tabla:

TRAMO	P (KW)	L (KM)	AU	SUM. AU
CT4-4.1.1-1	120,52	0,025	0,5150347	0,5150347
4.1.1-1-4.1.1-2	109,48	0,015	0,2807136	0,7957483
4.1.1-2-4.1.1-3	97,52	0,015	0,2500474	1,0457956
4.1.1-3-4.1.1-4	84,64	0,015	0,2170223	1,2628179
4.1.1-4-4.1.1-5	71,76	0,015	0,1839971	1,446815
4.1.1-5-4.1.1-6	57,04	0,015	0,1462541	1,5930691
4.1.1-6-4.1.1-7	42,32	0,015	0,1085111	1,7015803
4.1.1-7-4.1.1-8	27,6	0,015	0,0707681	1,7723484
4.1.1-8-4.1.1-9	9,2	0,015	0,0235894	1,7959378

TRAMO	P (KW)	L (KM)	AU	SUM. AU
CT4-4.1.2-16	131,08	0,054	0,8317026	0,8317026
4.1.2-16-4.1.2-15	118,2	0,015	0,2083275	1,0400301
4.1.2-15-4.1.2-14	104,4	0,015	0,184005	1,2240351
4.1.2-14-4.1.2-13	89,68	0,015	0,158061	1,3820961
4.1.2-13-4.1.2-12	74,96	0,015	0,132117	1,5142131
4.1.2-12-4.1.2-11	58,4	0,015	0,10293	1,6171431
4.1.2-11-4.1.2-10	40	0,085	0,3995	2,0166431

Podemos observar que tanto en la rama 1 como en la rama 2, no excedemos la caída de tensión a más del 5%, por lo tanto el cálculo de la sección es correcto.

2.1.4.1.4.-Resultado de los cálculos.

Las ramas 1 y 2 del anillo 1 del centro de transformación 1 utilizaran:

AL XZ1 0,6 /1KV 3x240 + 1x150 mm²

La rama 1 con un fusible de 200 (A).

La rama 2 con un fusible de 250 (A).

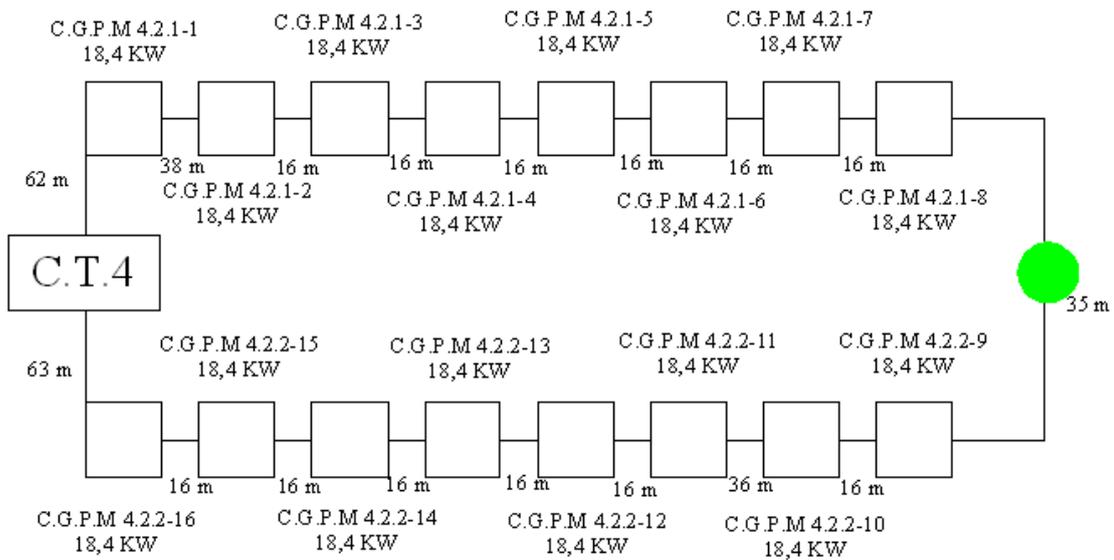
2.1.4.2- Anillo 2.

2.1.4.2.1.- Prevision de potencia.

El anillo 2 alimenta a 5 escaleras del edificio de la parcela 2

Para el calculo de la sección, deben cumplirse los criterios de calentamiento y caída de tensión, que se demuestran a continuación.

En la siguiente grafica se puede observar las cargas del anillo asi como su longitud:



Calculo del punto de minima tensión:

$$L_x = \frac{\sum L \cdot P}{P_t}$$

En el cual pondremos los valores de las potencias sin coeficiente de simultaneidad.

En esta tabla podemos observar los valores de las cargas y el punto de minima tensión:

PUNTO	DISTANCIA (m)	\sum DISTANCIAS	POTENCIA (KW)	\sum POTENCIAS	P.M.T
CT-A	62	62	18,4	18,4	219,625
A-B	38	100	18,4	36,8	
B-C	16	116	18,4	55,2	
C-D	16	132	18,4	73,6	
D-E	16	148	18,4	92	
E-F	16	164	18,4	110,4	
F-G	16	180	18,4	128,8	
G-H	16	196	18,4	147,2	
H-I	35	231	18,4	165,6	
I-J	16	247	18,4	184	
J-K	36	283	18,4	202,4	
K-L	16	299	18,4	220,8	
L-M	16	315	18,4	239,2	
M-N	16	331	18,4	257,6	
N-Ñ	16	347	18,4	276	
Ñ-O	16	363	18,4	294,4	
O-CT	63	426			

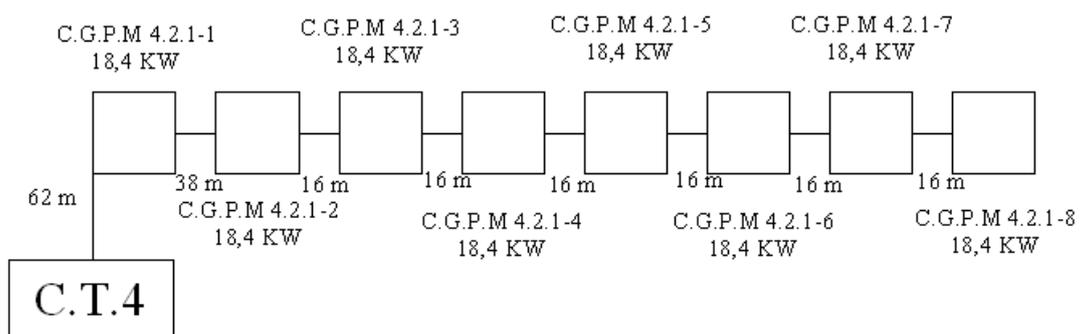
Por consiguiente, vamos a proceder al calculo de la sección, cumpliendo con los siguientes criterios para cada una de las ramas.

2.1.4.2.2.-Intensidad.

Rama 1:

Esta rama esta compuesta por ocho C.G.P.M procedentes a viviendas unifamiliares de la parcela 7.

Por lo tanto la Rama 1 sera la siguiente:



La potencia a utilizar para el calculo de la intensidad es la equivalente a la primera carga, puesto que es donde mas intensidad tenemos, (C:G:P:M 4.2.1-1):

$$P_h = CS_2 * EE = 2 * 9,2 = 18,4 \text{ KW}$$

$$P_g = CS_4 * EE = 3,8 * 9,2 = 34,96 \text{ KW}$$

$$P_f = CS_6 * EE = 5,4 * 9,2 = 49,68 \text{ KW}$$

$$P_e = CS_8 * EE = 7 * 9,2 = 64,4 \text{ KW}$$

$$P_d = CS_{10} * EE = 8,5 * 9,2 = 78,2 \text{ KW}$$

$$P_c = CS_{12} * EE = 9,9 * 9,2 = 91,08 \text{ KW}$$

$$P_b = CS_{14} * EE = 11,3 * 9,2 = 103,96 \text{ KW}$$

$$P_a = CS_{16} * EE = 115 \text{ KW}$$

$$I_T = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \gamma} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 184,43 \text{ (A)}$$

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo. La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	-
9	0,49	0,62	0,72	0,79	-
10	0,48	0,61	0,71	-	-

Tomamos el valor de 0,79 → 3 circuitos agrupados a 200 mm de distancia.

$$I_{\text{Tablas}} = \frac{I}{K} = \frac{184,43}{0,79} = 233,45 \text{ (A)}$$

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para 233,45 A es posible escoger una sección de 150 mm².

$$S = 150\text{mm}^2 \rightarrow I_{\text{adm}} = 260 * 0,79 = 205,4 \text{ (A)} > I_{\text{nom}} = 184,43 \text{ (A)}$$

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Proteccion contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros (1)						

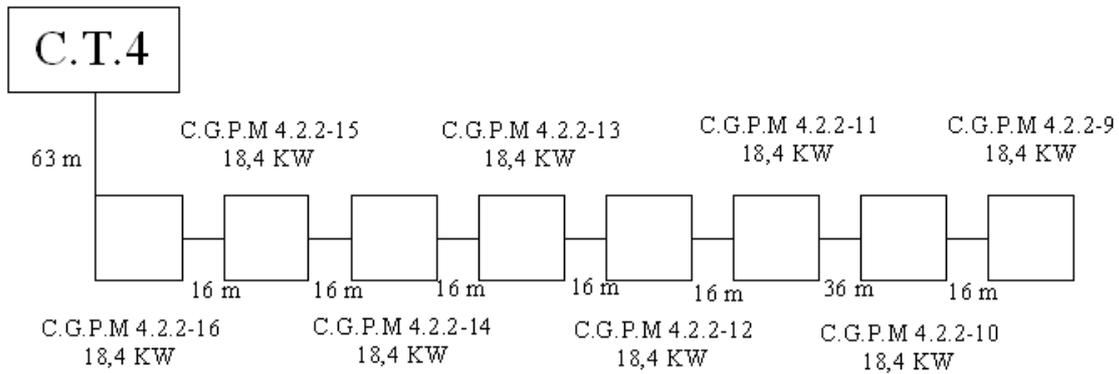
Podemos observar que para una sección de 150mm² no es posible cubrir la distancia que mide dicha rama, por tanto vamos a cambiar la selección del cable por uno de 240mm²:

$$S = 240\text{mm}^2 \rightarrow I_{\text{adm}} = 340 * 0,79 = 268,6 \text{ (A)} > I_{\text{nom}} = 184,43 \text{ (A)}$$

Por consiguiente, utilizaremos un fusible de 250 (A) ya que nos protege una distancia de 260 metros que es mayor de 219,6 metros que mide nuestra rama.

Rama 2:

La rama dos esta formada por tres C.G.P.M de la parcela 4 y cinco de la parcela 5.



La potencia a utilizar para el calculo de la intensidad es la equivalente a la primera carga, puesto que es donde mas intensidad tenemos, (C:G:P:M 4.2.2-16):

$$P_i = CS_2 * EE = 2 * 9,2 = 18,4 \text{ KW}$$

$$P_j = CS_4 * EE = 3,8 * 9,2 = 34,96 \text{ KW}$$

$$P_k = CS_6 * EE = 5,4 * 9,2 = 49,68 \text{ KW}$$

$$P_l = CS_8 * EE = 7 * 9,2 = 64,4 \text{ KW}$$

$$P_m = CS_{10} * EE = 8,5 * 9,2 = 78,2 \text{ KW}$$

$$P_n = CS_{12} * EE = 9,9 * 9,2 = 91,08 \text{ KW}$$

$$P_{\tilde{n}} = CS_{14} * EE = 11,3 * 9,2 = 103,96 \text{ KW}$$

$$P_o = CS_{16} * EE = 115 \text{ KW}$$

$$I_T = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \gamma} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 184,43 \text{ (A)}$$

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo. La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	-
9	0,49	0,62	0,72	0,79	-
10	0,48	0,61	0,71	-	-

Tomamos el valor de 0,79 → 3 circuitos agrupados situados a una distancia de 200 mm.

$$I_{\text{Tablas}} = \frac{I}{K} = \frac{184,43}{0,79} = 233,45 \text{ (A)}$$

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para 233,45 A es posible escoger una sección de 150 mm², por lo tanto escogeremos ese valor de sección:

$$S = 150\text{mm}^2 \rightarrow I_{\text{adm}} = 260 * 0,79 = 205,4 \text{ (A)} > I_{\text{nom}} = 184,43 \text{ (A)}$$

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Proteccion contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros ⁽¹⁾						

Según estas tablas, utilizaremos un fusible de 200 (A) ya que nos protege una distancia de 215 metros que es mayor de 206,4 metros que mide nuestra rama.

2.1.4.2.3.-Caída de tensión.

Para que la sección sea valida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

La expresión que calcula esta caída de tensión es la siguiente:

$$AU\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot \tan\theta)$$

Donde W (KW), L (Km) y U (V).

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm²	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

La potencia de cada anillo es aquella que viene recogida con el factor de simultaneidad.

Las caídas de tensión las tenemos recogidas en la siguiente tabla:

TRAMO	P (KW)	L (KM)	AU	SUM. AU
CT4-4.2.1-1	115,48	0,062	0,8412718	0,8412718
4.2.1-1-4.2.1-2	103,96	0,038	0,4641814	1,3054532
4.2.1-2-4.2.1-3	91,08	0,016	0,1712304	1,4766836
4.2.1-3-4.2.1-4	78,2	0,016	0,147016	1,6236996
4.2.1-4-4.2.1-5	64,4	0,016	0,121072	1,7447716
4.2.1-5-4.2.1-6	49,68	0,016	0,0933984	1,83817
4.2.1-6-4.2.1-7	34,96	0,016	0,0657248	1,9038948
4.2.1-7-4.2.1-8	18,4	0,016	0,034592	1,9384868

TRAMO	P (KW)	L (KM)	AU	SUM. AU
CT4-4.2.2-16	115,48	0,063	1,2436113	1,2436113
4.2.2-16-4.2.2-15	103,96	0,016	0,2843306	1,5279419
4.2.2-15-4.2.2-14	91,08	0,016	0,2491038	1,7770457
4.2.2-14-4.2.2-13	78,2	0,016	0,213877	1,9909227
4.2.2-13-4.2.2-12	64,4	0,016	0,176134	2,1670567
4.2.2-12-4.2.2-11	49,68	0,016	0,1358748	2,3029315
4.2.2-11-4.2.2-10	34,96	0,036	0,2151351	2,5180666
4.2.2-10-4.2.2-9	18,4	0,016	0,050324	2,5683906

Podemos observar que tanto en la rama 1 como en la rama 2, no excedemos la caída de tensión a más del 5%, por lo tanto el cálculo de la sección es correcto.

2.1.4.2.4.-Resultado de los cálculos.

Las ramas 1 y 2 del anillo 2 del centro de transformación 1 utilizarán:

AL XZ1 0,6 /1KV 3x240 + 1x150 mm²

La rama 1 con un fusible de 250 (A).

La rama 2 con un fusible de 200 (A).

2.1.5.- Centro de Transformacion 5.

El centro de transformación n° 5 alimenta las siguientes parcelas:

- Parcela 2 (2 escaleras).
- Parcela 3 (6 escaleras).
- 2EL

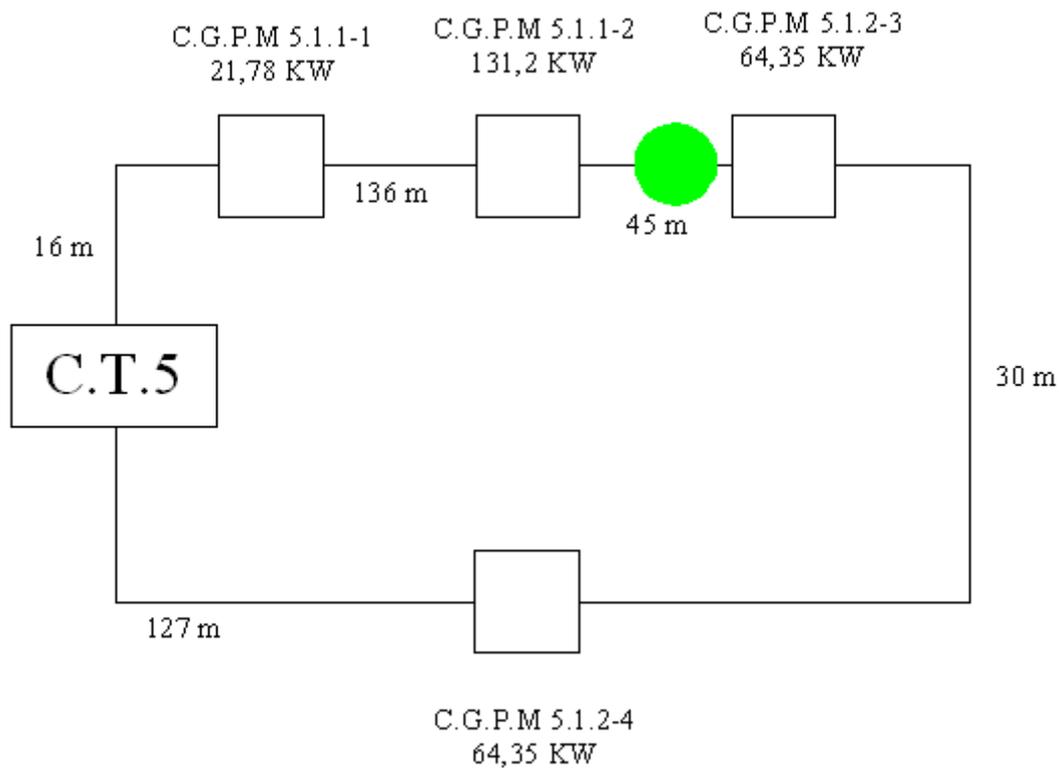
2.1.5.1- Anillo 1.

2.1.5.1.1.- Prevision de potencia.

El anillo 1 alimenta a los C.G.P.M correspondientes a 2EL y a tres escaleras de la parcela 3.

Para el cálculo de la sección, deben cumplirse los criterios de calentamiento y caída de tensión, que se demuestran a continuación.

En la siguiente grafica se puede observar las cargas del anillo así como su longitud:



Calculo del punto de minima tensión:

$$L_x = \frac{\sum L \cdot P}{P_t}$$

En el cual pondremos los valores de las potencias sin coeficiente de simultaneidad.

Las cargas de cada C.G.P de la parcela 1 son las correspondientes a dos viviendas unifamiliares, a excepción de una de ellas que es solo de una vivienda. En esta tabla podemos observar los valores de las cargas y el punto de mínima tensión:

PUNTO	DISTANCIA (m)	\sum DISTANCIAS	POTENCIA (KW)	\sum POTENCIAS	P.M.T
CT-2EL	16	16	21,78	21,78	168,89832
2EL-ESC1+G	136	152	131,2	152,98	
ESC1+G-ESC3	45	197	64,35	217,33	
ESC3-ESC2	30	227	64,35	281,68	
ESC2-CT	127	354			

Por consiguiente, vamos a proceder al cálculo de la sección, cumpliendo con los siguientes criterios para cada una de las ramas.

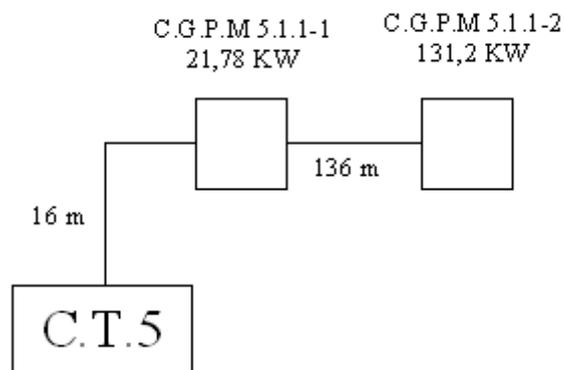
2.1.5.1.2.-Intensidad.

Rama 1:

Esta rama está compuesta por el C.G.P.M de 2EL y por una escalera de la parcela 3. Para el cálculo de la potencia tendremos que tener en cuenta el coeficiente de simultaneidad en relación al nº de viviendas, los cuales podemos observar en la siguiente tabla, procedente de la ITC-BT 10:

Nº Viviendas (n)	Coficiente de Simultaneidad
1	1
2	2
3	3
4	3,8
5	4,6
6	5,4
7	6,2
8	7
9	7,8
10	8,5
11	9,2
12	9,9
13	10,6
14	11,3
15	11,9
16	12,5
17	13,1
18	13,7
19	14,3
20	14,8
21	15,3
n>21	$15,3+(n-21).0,5$

La rama 1 del anillo 1 seria la siguiente:



La potencia a utilizar para el cálculo de la intensidad es la equivalente a la primera carga, puesto que es donde mas intensidad tenemos, (C:G:P:M 5.1.1-1):

$$P_{2el} = 21,78 \text{ KW}$$

$$P_{esc1+G} = CS_{11} * EB + 21,78 + 66,85 = 141,53 \text{ KW}$$

$$I_T = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \gamma} = \frac{141,53 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 226,97 \text{ (A)}$$

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo. La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	-
9	0,49	0,62	0,72	0,79	-
10	0,48	0,61	0,71	-	-

Tomamos el valor de 0,88. → 2 circuitos agrupados a una distancia de 200 mm entre ellos.

$$I_{Tablas} = \frac{I}{K} = 257,9 \text{ (A)}$$

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para 257,9 A es posible escoger una sección de 150 mm², pero se quedaría muy justo y por lo tanto vamos a poner una sección de 240mm²:

$$S = 240 \text{ mm}^2 \rightarrow I_{adm} = 340 * 0,88 = 299,2 \text{ (A)} > I_{nom} = 226,97 \text{ (A)}$$

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

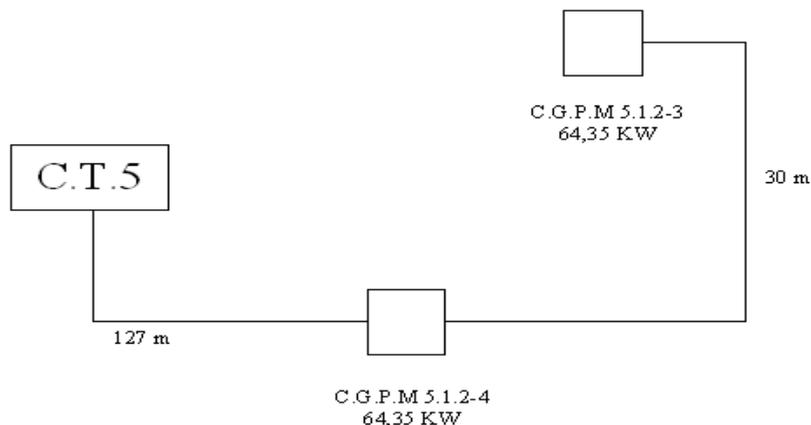
Proteccion contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros ⁽¹⁾						

Según estas tablas, utilizaremos un fusible de 250 (A) ya que nos protege una distancia de 260 metros que es mayor de 168,9 metros que mide nuestra rama.

Rama 2:

La rama dos esta formada por las C.G.P.M correspondientes a la parcela 6B y al alumbrado de los viales



La potencia a utilizar para el calculo de la intensidad es la equivalente a la primera carga, puesto que es donde mas intensidad tenemos, (C:G:P:M 5.1.2-4):

$$P_{esc3} = CS11 * EB = 9,2 * 5,75 = 52,9 \text{ KW}$$

$$P_{esc2} = CS22 * EB = 90,85 \text{ KW}$$

$$I_T = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \gamma} = \frac{90,85 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 145,7 \text{ (A)}$$

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo. La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	-
9	0,49	0,62	0,72	0,79	-
10	0,48	0,61	0,71	-	-

Tomamos el valor de 0,88 → 2 circuitos agrupados a 200 mm de distancia.

$$I_{\text{Tablas}} = \frac{I}{K} = \frac{145,7}{0,88} = 165,6 \text{ (A)}$$

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para 165,6 A es posible escoger una sección de 95 mm², pero Iberdrola nos exige un mínimo de 150mm², por tanto:

$$S = 150\text{mm}^2 \rightarrow I_{\text{adm}} = 260 * 0,88 = 228,8 \text{ (A)} > I_{\text{nom}} = 145,7 \text{ (A)}$$

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Proteccion contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros (1)						

Según estas tablas, utilizaremos un fusible de 200 (A) ya que nos protege una distancia de 215 metros que es mayor de 185,1 metros que mide nuestra rama.

2.1.5.1.3.-Caída de tensión.

Para que la sección sea valida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

La expresión que calcula esta caída de tensión es la siguiente:

$$AU\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot \tan\theta)$$

Donde W (KW), L (Km) y U (V).

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm ²	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

La potencia de cada anillo es aquella que viene recogida con el factor de simultaneidad.

Las caídas de tensión las tenemos recogidas en la siguiente tabla:

TRAMO	P (KW)	L (KM)	AU	SUM. AU
CT5-5.1.1-1	141,53	0,016	0,3870846	0,3870846
5.1.1-1-5.1.1-2	21,78	0,136	0,5063306	0,8934151

TRAMO	P (KW)	L (KM)	AU	SUM. AU
CT4-5.1.2-4	90,85	0,127	1,9722683	1,9722683
5.1.2-4-5.1.2-3	52,9	0,03	0,2712778	2,2435461

Podemos observar que tanto en la rama 1 como en la rama 2, no excedemos la caída de tensión a mas del 5%, por lo tanto el cálculo de la sección es correcto.

2.1.5.1.4.-Resultado de los cálculos.

Las ramas 1 y 2 del anillo 1 del centro de transformación 1 utilizaran:

AL XZ1 0,6 /1KV 3x240 + 1x150 mm²

La rama 1 con un fusible de 250 (A).

La rama 2 con un fusible de 200 (A).

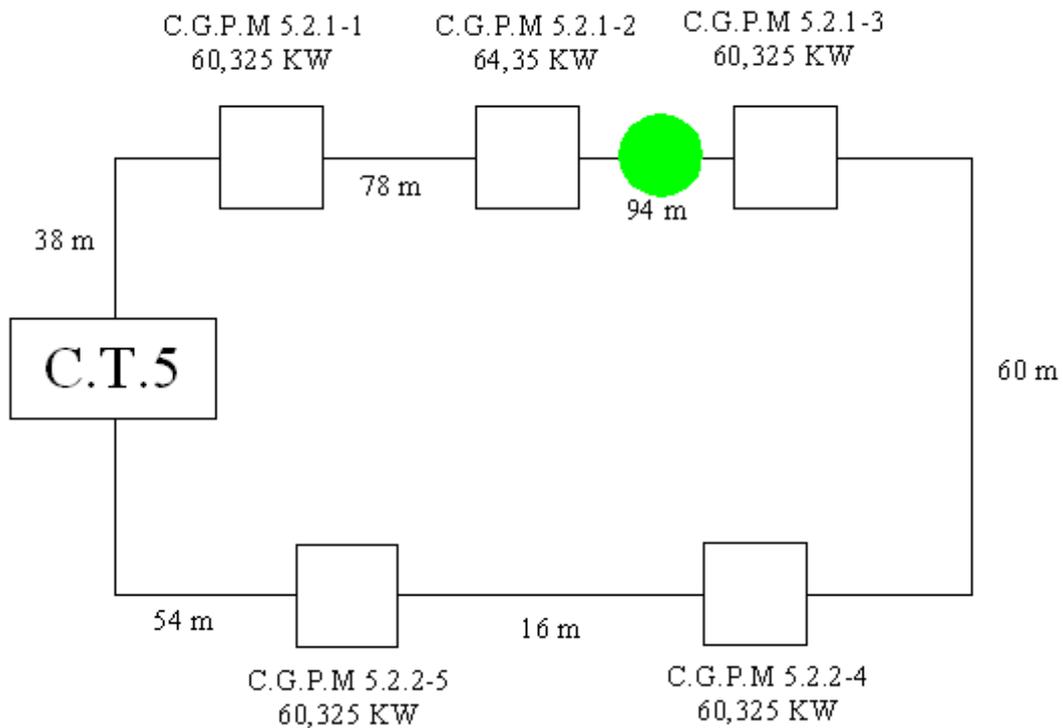
2.1.5.2- Anillo 2.

2.1.5.2.1.- Prevision de potencia.

El anillo 2 alimenta a 3 escaleras de la parcela 3 y 2 escaleras de la parcela 2

Para el calculo de la sección, deben cumplirse los criterios de calentamiento y caída de tensión, que se demuestran a continuación.

En la siguiente grafica se puede observar las cargas del anillo asi como su longitud:



Calculo del punto de minima tensión:

$$L_x = \frac{\sum L * P}{P_t}$$

En el cual pondremos los valores de las potencias sin coeficiente de simultaneidad.

En esta tabla podemos observar los valores de las cargas y el punto de minima tensión:

PUNTO	DISTANCIA (m)	\sum DISTANCIAS	POTENCIA (KW)	\sum POTENCIAS	P.M.T
CT-ESC8.10	38	38	60.325	60.325	200,97734
ESC8.10-ESC4.11	78	116	64	60.389	
ESC4.11-ESC9.10	94	210	60.325	120.714	
ESC9.10-ESC9.10	60	270	60.325	181.039	
ESC9.10-ESC8.10	16	286	60.325	241.364	
ESC8.10-CT	54	340			

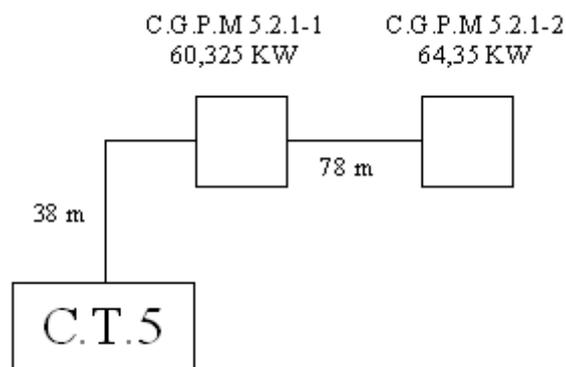
Por consiguiente, vamos a proceder al calculo de la sección, cumpliendo con los siguientes criterios para cada una de las ramas.

2.1.5.2.2.-Intensidad.

Rama 1:

Esta rama esta compuesta por dos C.G.P.M de las escaleras de la parcela 3.

Por lo tanto la Rama 1 sera la siguiente:



La potencia a utilizar para el calculo de la intensidad es la equivalente a la primera carga, puesto que es donde mas intensidad tenemos, (C:G:P:M 5.2.1-1):

$$P_{esc4} = CS11 * EB = ,2 * 5,75 = 52,9 \text{ KW}$$

$$P_{esc8} = CS21 * EB = 87,97 \text{ KW}$$

$$I_T = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \gamma} = \frac{87,97 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 141,1 \text{ (A)}$$

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo. La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	-
9	0,49	0,62	0,72	0,79	-
10	0,48	0,61	0,71	-	-

Tomamos el valor de 0,74 → 4 circuitos agrupados a 200 mm de distancia.

$$I_{\text{Tablas}} = \frac{I}{K} = \frac{141,1}{0,74} = 190,7 \text{ (A)}$$

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para 190,7 A es posible escoger una sección de 95 mm², pero Iberdrola nos obliga a tener una sección mínima de conductores de 150mm². Por tanto:

$$S = 150\text{mm}^2 \rightarrow I_{\text{adm}} = 260 * 0,74 = 192,4 \text{ (A)} > I_{\text{nom}} = 141,1 \text{ (A)}$$

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

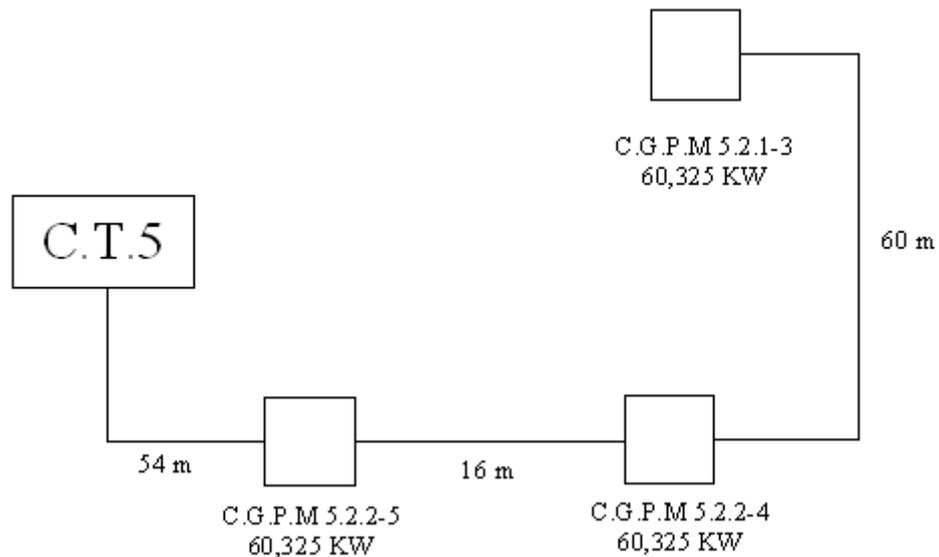
Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros (1)						

Por consiguiente, utilizaremos un fusible de 200 (A) ya que nos protege una distancia de 215 metros que es mayor de 200,97 metros que mide nuestra rama.

Rama 2:

La rama dos esta formada por una C.G.P.M de la parcela 3 y dos de la parcela 2.



La potencia a utilizar para el calculo de la intensidad es la equivalente a la primera carga, puesto que es donde mas intensidad tenemos, (C:G:P:M 5.2.2-5):

$$\text{Pesc9} = \text{CS10} * \text{EB} = 8,5 * 5,75 = 48,87 \text{ KW}$$

$$\text{Pesc9} = \text{CS20} * \text{EB} = 14,8 * 5,75 = 85,1 \text{ KW}$$

$$\text{Pesc8} = \text{CS30} * \text{EB} = 19,8 * 5,75 = 113,85$$

$$I_T = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \gamma} = \frac{113,85 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 182,6 \text{ (A)}$$

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo. La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	-
9	0,49	0,62	0,72	0,79	-
10	0,48	0,61	0,71	-	-

Tomamos el valor de 0,74 → 4 circuitos agrupados situados a una distancia de 200 mm.

$$I_{\text{Tablas}} = \frac{I}{K} = \frac{182,6}{0,74} = 246,75 \text{ (A)}$$

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para 246,75 A es posible escoger una sección de 150 mm², por lo tanto escogeremos ese valor de sección:

$$S = 150\text{mm}^2 \rightarrow I_{\text{adm}} = 260 * 0,74 = 192,4 \text{ (A)} > I_{\text{nom}} = 182,6 \text{ (A)}$$

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros ⁽¹⁾						

Según estas tablas, utilizaremos un fusible de 250 (A) ya que nos protege una distancia de 165 metros que es mayor de 139,03 metros que mide nuestra rama.

2.1.5.2.3.-Caída de tensión.

Para que la sección sea valida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

La expresión que calcula esta caída de tensión es la siguiente:

$$AU\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot \tan\theta)$$

Donde W (KW), L (Km) y U (V).

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm ²	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

La potencia de cada anillo es aquella que viene recogida con el factor de simultaneidad.

Las caídas de tensión las tenemos recogidas en la siguiente tabla:

TRAMO	P (KW)	L (KM)	AU	SUM. AU
CT5-5.2.1-1	87,97	0,038	0,5714201	0,5714201
5.2.1-1-5.2.1-2	52,9	0,078	0,7053223	1,2767424

TRAMO	P (KW)	L (KM)	AU	SUM. AU
CT5-5.2.2-5	113,85	0,05	0,9730617	0,9730617
5.2.2-5-5.2.2-4	85,1	0,016	0,2327485	1,2058102
5.2.2-4-5.2.2-3	48,87	0,06	0,5012229	1,7070332

Podemos observar que tanto en la rama 1 como en la rama 2, no excedemos la caída de tensión a más del 5%, por lo tanto el cálculo de la sección es correcto.

2.1.5.2.4.-Resultado de los cálculos.

Las ramas 1 y 2 del anillo 2 del centro de transformación 1 utilizarán:

AL XZ1 0,6 /1KV 3x150 + 1x95 mm²

La rama 1 con un fusible de 200 (A).

La rama 2 con un fusible de 250 (A).

2.2.- Red de Media Tensión.

2.2.1.- Acometida – Centro de Transformación y Reparto.

2.2.1.1.- Previsión de potencia.

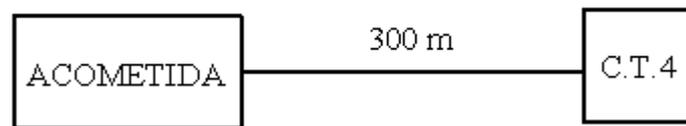
La potencia máxima a soportar por el conductor será la correspondiente a los cinco centros de transformación de la red en anillo más el centro de transformación de abonado.

Por tanto, al ser todos los centros de transformación de 400 kVA la potencia total será:

$$S = 6 \cdot 400 = 2400 \text{ kVA.}$$

Para el cálculo de la sección del conductor deben cumplirse tres criterios: calentamiento, caída de tensión y cortocircuito.

2.2.1.2.- Intensidad y densidad de corriente.



La expresión de la intensidad y su posterior valor sería:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{2400}{\sqrt{3} \cdot 20} = 69,28 \text{ (A)}$$

Para entrar a tablas tenemos que tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos en la misma zanja, y como podemos observar en la tabla 10 de la ITC-LAT-06:

		Factor de corrección								
Tipo de instalación	Separación de los ternos	Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-

Tomamos el valor de 0,82 para dos ternos separados 0,2 m.

$$I_t = \frac{69,28}{0,82} = 84,49 \text{ (A)}$$

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad para conductores AL EPROTENAX H COMPACT:

Sección nominal mm ²	Tensión nominal					
	105 °C 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Conductores de Cu					
10	-	-	-	-	-	-
16	120	110	105	98	102	94
25	160	145	135	125	130	120
35	195	180	160	150	155	145
50	230	215	190	180	185	170
70	295	265	235	220	225	210
95	355	320	280	260	265	250
120	410	365	320	295	305	285
150	465	415	360	330	340	315
185	535	475	405	375	385	355
240	630	555	470	440	445	420
300	725	635	530	500	-	-
400	840	-	600	565	-	-
500	975	-	680	650	-	-
630	1125	-	765	730	-	-
	Conductores de Al					
16	96	85	82	76	78	72
25	125	110	105	95	100	95
35	150	135	125	115	120	110
50	180	160	145	135	145	130
70	225	200	180	170	170	160
95	275	240	215	200	205	190
120	320	280	245	230	235	215
150	360	315	275	255	265	240
185	415	360	315	290	295	275
240	495	425	365	345	345	325
300	565	485	410	390	390	365
400	660	-	470	450	-	-
500	775	-	540	515	-	-

IBERDROLA aconseja no instalar conductores de sección menor a 150 mm², por lo que:

$$S = 150 \text{ mm}^2 \text{ admite } 275 \cdot 0,82 = 225,5 \text{ A} > I_{\text{nom}} = 69,28 \text{ A}$$

2.2.1.3.- Caída de tensión.

La expresión de la caída de tensión es la siguiente:

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

Y debe de ser siempre menor al 5% para ser valido.

Los valores de resistencia y reactancia los tomo de las tablas VII y VIII del catálogo de Prysmian:

Resistencia a la frecuencia de 50 Hz (105 °C)

Sección nominal mm ²	Resistencia máxima en c.a. y a 105 °C en Ω/km			
	Cables Unipolares 		Cables Tripolares 	
	Cu	Al	Cu	Al
10	2.446	-	2.484	-
16	1.540	2.533	1.566	2.574
25	0.972	1.602	0.991	1.633
35	0.702	1.157	0.715	1.176
50	0.519	0.847	0.528	0.087
70	0.359	0.591	0.365	0.601
95	0.259	0.430	0.264	0.434
120	0.206	0.340	0.209	0.343
150	0.168	0.277	0.170	0.281
185	0.134	0.221	0.137	0.224
240	0.104	0.168	0.105	0.173
300	0.083	0.136	-	-
400	0.066	0.105	-	-
500	0.054	0.089	-	-

TABLA VIII
Reactancia la frecuencia de 50 Hz

Sección nominal mm ²	Reactancia X en Ω/km por fase Tensión nominal del cable						
	1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	12/25 kV	18/30 kV
Tres cables unipolares en contacto mutuo							
10	0.135	-	-	-	-	-	-
16	0.126	-	-	-	-	-	-
25	0.118	0.125	0.134	0.141	-	-	-
35	0.113	0.118	0.128	0.135	0.140	-	-
50	0.108	0.113	0.122	0.128	0.130	0.140	0.148
70	0.101	0.106	0.115	0.120	0.122	0.130	0.137
95	0.099	0.102	0.110	0.115	0.118	0.121	0.129
120	0.095	0.098	0.106	0.111	0.112	0.118	0.123
150	0.093	0.096	0.102	0.108	0.110	0.115	0.118
185	0.089	0.093	0.100	0.104	0.106	0.110	0.113
240	0.088	0.090	0.097	0.101	0.102	0.106	0.109
300	0.086	0.088	0.093	0.097	0.099	0.103	0.105
400	0.085	0.086	0.091	0.095	0.096	0.100	0.102
500	0.084	0.084	0.089	0.092	0.093	0.096	0.099

Para una sección de 150 mm² tenemos una R= 0,277 /km y X= 0,11 /km.

Por lo que la caída de tensión queda:

$$AU = \sqrt{3} \cdot 69,28 \cdot 0,3 (0,277 \cdot 0,9 + 0,11 \cdot 0,435) = 10,7 \text{ (V)}$$

$$\%AU = \frac{10,7 \cdot 100}{20000} = 0,0535 < 5\%$$

2.2.1.4.- Cortocircuito.

Según la siguiente tabla del ITC-LAT-06 para conductores de aluminio:

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

Para un conductor HEPR cuya $K=145$, la densidad de corriente máxima admisible es para un tiempo de cortocircuito de $0,5\text{s} \Rightarrow 126 \text{ A/mm}^2$.

La potencia de cortocircuito máxima según IBERDROLA es 350 MVA.

$$I_{cc} = \frac{350}{\sqrt{3} \cdot 20} = 10,10 \text{ KA}$$

Siendo la densidad de corriente:

$$\frac{10,10 \cdot 10^3}{150} = 67,33 \text{ A/mm}^2$$

$$67,33 < 126 \text{ A/mm}^2 \rightarrow \text{VALIDO.}$$

2.2.1.5.- Resultado de cálculos.

El conductor a utilizar es:

AL HEPRZ1 3x150/ 16 mm²

2.2.1.6.- Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, Raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación o reducción.

De acuerdo con las condiciones de diseño de la línea en una zona completamente nueva para su urbanización y teniendo en cuenta las condiciones del tipo de cable utilizado según el fabricante, las probabilidades de transferencia de tensión al exterior son mínimas. No obstante conviene tener en cuenta lo siguiente:

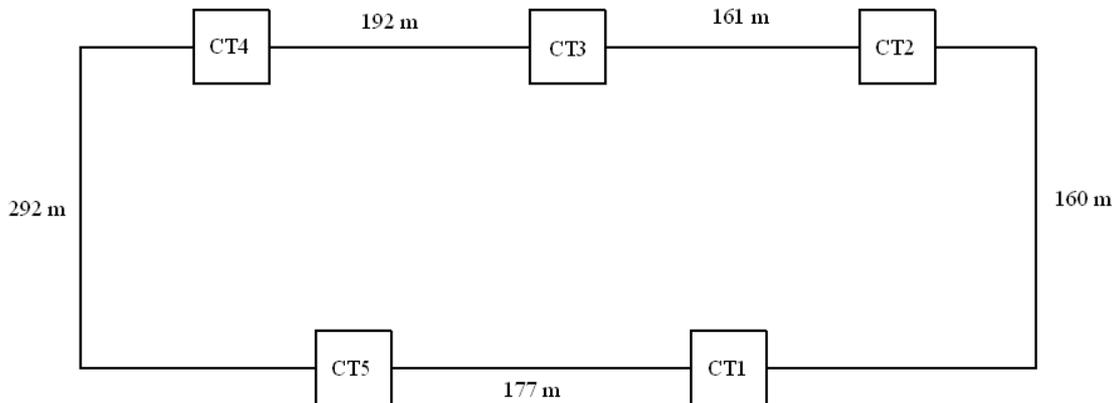
- Serán conectadas a tierra tanto la pantalla como la cubierta metálica del conductor.
- Las zanjas disponen de una profundidad estipuladas por la compañía suministradora de energía, y todas ellas serán de nueva realización y siendo tenidas en cuenta para posteriores instalaciones como servicio de telecomunicaciones, etc.
- En el caso de que en su trazado, la zanja para el tendido del cable de MT, encuentre en su cercanía la cimentación de alguna farola o transporte de comunicaciones, se tenderá el cable a una distancia mínima de 50 cm. Si esta distancia no se puede cumplir, se utilizará una protección mecánica de resistencia adecuada, prolongada a 50 cm a ambos lados de los cantos descubiertos en el sentido longitudinal de la zanja.

2.2.2.- Anillo de Media Tensión.

2.2.2.1.- Previsión de potencia.

El anillo de media tensión está formado por cinco centros de transformación cada uno de 400 KVA y 20 kV.

La longitud total es cómo se puede apreciar en el siguiente esquema de 982 m.



Para el cálculo de la sección debemos comprobar por densidad de corriente, caída de tensión y cortocircuito.

2.2.2.2.- Intensidad y densidad de corriente.

$$I_a = I_b = I_c = I_d = I_e$$

$$I_a = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 20} = 11,54 (-25,84^\circ) = 10,44 - j4,9 (A)$$

$$\sum I = 5 \cdot I_a = 57,7 (-25,84^\circ) = 51,93 - j25,15 (A)$$

Factor de corrección: (2 circuitos agrupados) = 0,82

$$I_{tab} = \frac{I}{K} = \frac{57,7}{0,82} = 70,37 (A)$$

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad para conductores AL EPOTENAX H COMPACT:

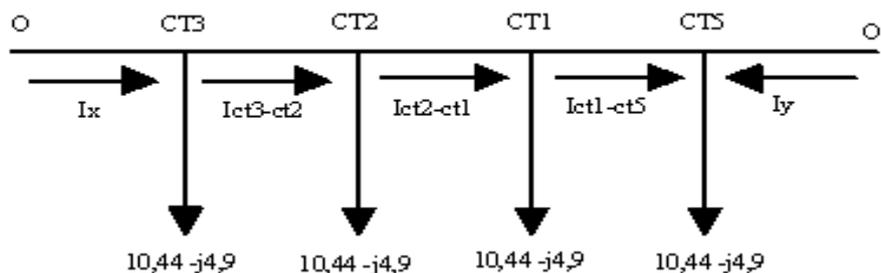
Sección nominal mm ²	Tensión nominal					
	105 °C 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Conductores de Cu					
10	-	-	-	-	-	-
16	120	110	105	98	102	94
25	160	145	135	125	130	120
35	195	180	160	150	155	145
50	230	215	190	180	185	170
70	295	265	235	220	225	210
95	355	320	280	260	265	250
120	410	365	320	295	305	285
150	465	415	360	330	340	315
185	535	475	405	375	385	355
240	630	555	470	440	445	420
300	725	635	530	500	-	-
400	840	-	600	565	-	-
500	975	-	680	650	-	-
630	1125	-	765	730	-	-
	Conductores de Al					
16	96	85	82	76	78	72
25	125	110	105	95	100	95
35	150	135	125	115	120	110
50	180	160	145	135	145	130
70	225	200	180	170	170	160
95	275	240	215	200	205	190
120	320	280	245	230	235	215
150	360	315	275	255	265	240
185	415	360	315	290	295	275
240	495	425	365	345	345	325
300	565	485	410	390	390	365
400	660	-	470	450	-	-
500	775	-	540	515	-	-

IBERDROLA aconseja no instalar conductores de sección menor a 150 mm², por lo que:

$$S = 150 \text{ mm}^2 \text{ admite } 275 \cdot 0,82 = 225,5 \text{ A} > I_{\text{nom}} = 57,7 \text{ A} \rightarrow \text{VÁLIDO}$$

2.2.2.3.- Caída de tensión.

Para el cálculo de la caída de tensión procedo a la resolución del anillo:



Determinamos I_x e I_y :

$$I_x = \sum I - I_y$$

$$I_y = \frac{\sum(Z \cdot I)_o}{Z_t}$$

Los valores de resistencia y reactancia los tomo de las tablas VII y VIII del catálogo de Prysmian:

Resistencia a la frecuencia de 50 Hz (105 °C)

Sección nominal mm ²	Resistencia máxima en c.a. y a 105 °C en Ω/km			
	Cables Unipolares 		Cables Tripolares 	
	Cu	Al	Cu	Al
10	2.446	-	2.484	-
16	1.540	2.533	1.566	2.574
25	0.972	1.602	0.991	1.633
35	0.702	1.157	0.715	1.176
50	0.519	0.847	0.528	0.887
70	0.359	0.591	0.365	0.601
95	0.259	0.430	0.264	0.434
120	0.206	0.340	0.209	0.343
150	0.168	0.277	0.170	0.281
185	0.134	0.221	0.137	0.224
240	0.104	0.168	0.105	0.173
300	0.083	0.136	-	-
400	0.066	0.105	-	-
500	0.054	0.089	-	-

TABLA VIII
Reactancia la frecuencia de 50 Hz

Sección nominal mm ²	Reactancia X en Ω/km por fase Tensión nominal del cable						
	1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	12/25 kV	18/30 kV
Tres cables unipolares en contacto mutuo							
10	0.135	-	-	-	-	-	-
16	0.126	-	-	-	-	-	-
25	0.118	0.125	0.134	0.141	-	-	-
35	0.113	0.118	0.128	0.135	0.140	-	-
50	0.108	0.113	0.122	0.128	0.130	0.140	0.148
70	0.101	0.106	0.115	0.120	0.122	0.130	0.137
95	0.099	0.102	0.110	0.115	0.118	0.121	0.129
120	0.095	0.098	0.106	0.111	0.112	0.118	0.123
150	0.093	0.096	0.102	0.108	0.110	0.115	0.118
185	0.089	0.093	0.100	0.104	0.106	0.110	0.113
240	0.088	0.090	0.097	0.101	0.102	0.106	0.109
300	0.086	0.088	0.093	0.097	0.099	0.103	0.105
400	0.085	0.086	0.091	0.095	0.096	0.100	0.102
500	0.084	0.084	0.089	0.092	0.093	0.096	0.099

Para una sección de 150 mm² tenemos una R= 0,277 Ω/km y X= 0,11 /km.

Por lo que la impedancia queda: $Z = (0,277 + j 0,11)\Omega /km$.

$$I_y = \frac{Z_{oa} \cdot I_a + Z_{ob} \cdot I_b + Z_{oc} \cdot I_c + Z_{od} \cdot I_d}{Z_t}$$

$$I_y = 29,04 - j13,59 \text{ (A)} = 32,1 \text{ (-25,1°) (A)}$$

$$I_x = 12,72 - j6,04 \text{ (A)}$$

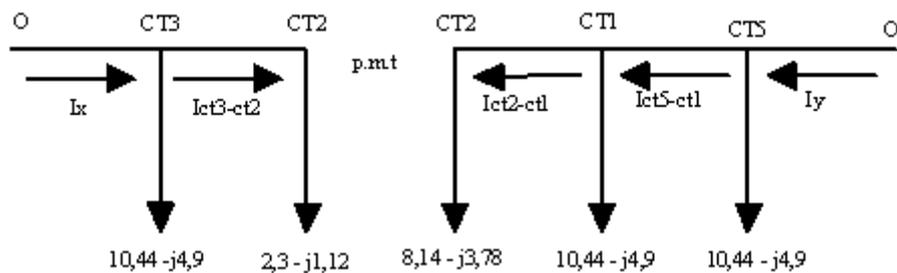
Ahora lo que vamos a hacer es calcular las intensidades para ver donde esta localizado el p.m.t:

$$I_{cr-ct3} = I_x = 12,74 - j6,02 \text{ (A)}$$

$$I_{ct3-ct2} = I_x - I_{ct3} = 2,3 - j1,12 \text{ (A)}$$

$$I_{ct2-ct1} = I_{ct3-ct2} - I_{ct2} = -8,14 + j3,78 \text{ (A)} \rightarrow \text{P.M.T}$$

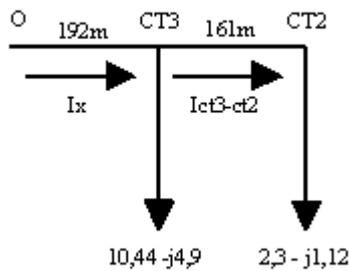
$$I_{ct1-ct5} = I_{ct2-ct1} - I_{ct1} = -18,58 + j8,68 \text{ (A)}$$



Expresion para el calculo de la AU:

$$AU = \sqrt{3} \cdot Z \cdot I$$

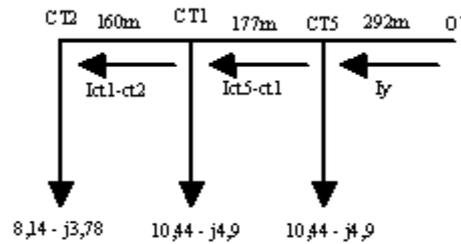
Tramo CR-CT2:



$$AU = \sqrt{3} \cdot (Z_{cr.ct3} \cdot I_x + Z_{ct3.ct2} \cdot I_{ct3.ct2}) = 1,8 \text{ (-3,8°) (V)}$$

$$\%AU = \frac{1,8}{20000} \cdot 100 = 0,009 < 5\% \rightarrow \text{Valido}$$

Tramo CR'-CT2':



$$AU = \sqrt{3} \cdot (Z_{cr'.ct5} \cdot I_{ct5} + Z_{ct5.ct1} \cdot I_{ct1} + Z_{ct1.ct2} \cdot I_{ct2}) = 3,48 \text{ (4º)(V)}$$

$$\%AU = \frac{3,48}{20000} \cdot 100 = 0,0174 < 5\% \rightarrow \text{Valido}$$

2.2.2.4.- Cortocircuito.

Según la siguiente tabla del ITC-LAT-06 para conductores de aluminio:

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

Para un conductor HEPR cuya $K = 145$, la densidad de corriente máxima admisible es para un tiempo de cortocircuito de 0,5s $\Rightarrow 126 \text{ A/mm}^2$.

La potencia de cortocircuito máxima según IBERDROLA es 350 MVA.

$$I_{cc} = \frac{350}{\sqrt{3} \cdot 20} = 10,10 \text{ KA}$$

Siendo la densidad de corriente:

$$\frac{10,10 \cdot 10^3}{150} = 67,33 \text{ A/mm}^2$$

$$67,33 < 126 \text{ A/mm}^2 \rightarrow \text{VALIDO.}$$

2.2.2.5.- Resultado de cálculos.

El conductor a utilizar es:

AL HEPRZ1 3x150/ 16 mm²

2.2.2.6.- Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, Raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación o reducción.

De acuerdo con las condiciones de diseño de la línea en una zona completamente nueva para su urbanización y teniendo en cuenta las condiciones del tipo de cable utilizado según el fabricante, las probabilidades de transferencia de tensión al exterior son mínimas. No obstante conviene tener en cuenta lo siguiente:

- Serán conectadas a tierra tanto la pantalla como la cubierta metálica del conductor.
- Las zanjas disponen de una profundidad estipuladas por la compañía suministradora de energía, y todas ellas serán de nueva realización y siendo tenidas en cuenta para posteriores instalaciones como servicio de telecomunicaciones, etc.
- En el caso de que en su trazado, la zanja para el tendido del cable de MT, encuentre en su cercanía la cimentación de alguna farola o transporte de comunicaciones, se tenderá el cable a una distancia mínima de 50 cm. Si esta distancia no se puede cumplir, se utilizará una protección mecánica de resistencia adecuada, prolongada a 50 cm a ambos lados de los cantos descubiertos en el sentido longitudinal de la zanja.

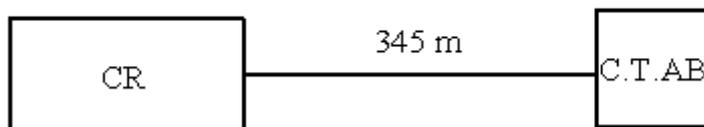
2.2.3.- Centro de Transformación y Reparto –Centro de Transformación Abonado.

2.2.3.1.- Previsión de potencia.

La potencia es la correspondiente al centro de transformación de abonado. Para el cálculo de la sección del conductor deben cumplirse tres criterios: calentamiento, caída de tensión y cortocircuito.

2.2.3.2.- Intensidad y densidad de corriente.

El esquema quedaría como:



La expresión de la intensidad y su posterior valor sería:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 20} = 11,54(A)$$

Para entrar a tablas tenemos que tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos en la misma zanja, y como podemos observar en la tabla 10 de la ITC-LAT-06:

Tipo de instalación	Separación de los ternos	Factor de corrección								
		Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-

Tomamos el valor de 0,82 para dos ternos separados 0,2 m.

$$I_t = \frac{11,54}{0,82} = 14,07 \text{ (A)}$$

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad para conductores AL EPROTENAX H COMPACT:

Sección nominal mm ²	Tensión nominal					
	105 °C 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Conductores de Cu					
10	-	-	-	-	-	-
16	120	110	105	98	102	94
25	160	145	135	125	130	120
35	195	180	160	150	155	145
50	230	215	190	180	185	170
70	295	265	235	220	225	210
95	355	320	280	260	265	250
120	410	365	320	295	305	285
150	465	415	360	330	340	315
185	535	475	405	375	385	355
240	630	555	470	440	445	420
300	725	635	530	500	-	-
400	840	-	600	565	-	-
500	975	-	680	650	-	-
630	1125	-	765	730	-	-
	Conductores de Al					
16	96	85	82	76	78	72
25	125	110	105	95	100	95
35	150	135	125	115	120	110
50	180	160	145	135	145	130
70	225	200	180	170	170	160
95	275	240	215	200	205	190
120	320	280	245	230	235	215
150	360	315	275	255	265	240
185	415	360	315	290	295	275
240	495	425	365	345	345	325
300	565	485	410	390	390	365
400	660	-	470	450	-	-
500	775	-	540	515	-	-

IBERDROLA aconseja no instalar conductores de sección menor a 150 mm², por lo que:

$$S = 150 \text{ mm}^2 \text{ admite } 275 \cdot 0,82 = 225,5 \text{ A} > I_{\text{nom}} = 11,54 \text{ A}$$

2.2.1.3.- Caída de tensión.

La expresión de la caída de tensión es la siguiente:

$$AU = \sqrt{3} \cdot I \cdot L (R \cdot \cos\theta + X \cdot \text{sen}\theta)$$

Y debe de ser siempre menor al 5% para ser valido.

Los valores de resistencia y reactancia los tomo de las tablas VII y VIII del catálogo de Prysmian:

Resistencia a la frecuencia de 50 Hz (105 °C)

Sección nominal mm ²	Resistencia máxima en c.a. y a 105 °C en Ω/km			
	Cables Unipolares 		Cables Tripolares 	
	Cu	Al	Cu	Al
10	2.446	-	2.484	-
16	1.540	2.533	1.566	2.574
25	0.972	1.602	0.991	1.633
35	0.702	1.157	0.715	1.176
50	0.519	0.847	0.528	0.887
70	0.359	0.591	0.365	0.601
95	0.259	0.430	0.264	0.434
120	0.206	0.340	0.209	0.343
150	0.168	0.277	0.170	0.281
185	0.134	0.221	0.137	0.224
240	0.104	0.168	0.105	0.173
300	0.083	0.136	-	-
400	0.066	0.105	-	-
500	0.054	0.089	-	-

TABLA VIII

Reactancia la frecuencia de 50 Hz

Sección nominal mm ²	Reactancia X en Ω/km por fase Tensión nominal del cable						
	1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	12/25 kV	18/30 kV
	Tres cables unipolares en contacto mutuo						
10	0.135	-	-	-	-	-	-
16	0.126	-	-	-	-	-	-
25	0.118	0.125	0.134	0.141	-	-	-
35	0.113	0.118	0.126	0.135	0.140	-	-
50	0.108	0.113	0.122	0.128	0.130	0.140	0.148
70	0.101	0.106	0.115	0.120	0.122	0.130	0.137
95	0.099	0.102	0.110	0.115	0.118	0.121	0.129
120	0.095	0.098	0.106	0.111	0.112	0.118	0.123
150	0.093	0.096	0.102	0.108	0.110	0.115	0.118
185	0.089	0.093	0.100	0.104	0.106	0.110	0.113
240	0.088	0.090	0.097	0.101	0.102	0.106	0.109
300	0.086	0.088	0.093	0.097	0.099	0.103	0.105
400	0.085	0.086	0.091	0.095	0.096	0.100	0.102
500	0.084	0.084	0.089	0.092	0.093	0.096	0.099

Para una sección de 150 mm² tenemos una R= 0,277 /km y X= 0,11 /km.

Por lo que la caída de tensión queda:

$$AU = \sqrt{3} \cdot 11,54 \cdot 0,345 (0,277 \cdot 0,9 + 0,11 \cdot 0,435) = 2,05 \text{ (V)}$$

$$\%AU = \frac{2,05 \cdot 100}{20000} = 0,0102 < 5\%$$

2.2.1.4.- Cortocircuito.

Según la siguiente tabla del ITC-LAT-06 para conductores de aluminio:

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

Para un conductor HEPR cuya K= 145, la densidad de corriente máxima admisible es para un tiempo de cortocircuito de 0,5s \Rightarrow 126 A/ mm².

La potencia de cortocircuito máxima según IBERDROLA es 350 MVA.

$$I_{cc} = \frac{350}{\sqrt{3} \cdot 20} = 10,10 \text{ KA}$$

Siendo la densidad de corriente:

$$\frac{10,10 \cdot 10^3}{150} = 67,33 \text{ A/mm}^2$$

$$67,33 < 126 \text{ A/mm}^2 \rightarrow \text{VALIDO.}$$

2.2.3.5.- Resultado de cálculos.

El conductor a utilizar es:

AL HEPRZ1 3x150/ 16 mm²

2.2.3.6.- Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, Raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación o reducción.

De acuerdo con las condiciones de diseño de la línea en una zona completamente nueva para su urbanización y teniendo en cuenta las condiciones del tipo de cable utilizado según el fabricante, las probabilidades de transferencia de tensión al exterior son mínimas. No obstante conviene tener en cuenta lo siguiente:

- Serán conectadas a tierra tanto la pantalla como la cubierta metálica del conductor.

- Las zanjas disponen de una profundidad estipuladas por la compañía suministradora de energía, y todas ellas serán de nueva realización y siendo tenidas en cuenta para posteriores instalaciones como servicio de telecomunicaciones, etc.
- En el caso de que en su trazado, la zanja para el tendido del cable de MT, encuentre en su cercanía la cimentación de alguna farola o transporte de comunicaciones, se tenderá el cable a una distancia mínima de 50 cm. Si esta distancia no se puede cumplir, se utilizará una protección mecánica de resistencia adecuada, prolongada a 50 cm a ambos lados de los cantos descubiertos en el sentido longitudinal de la zanja.

2.3.-Centros de Transformación.

2.3.1.- Centro de Transformación 400 kVA.

2.3.1.1.- 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 20 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 400 kVA.

$$\cdot I_p = 11,5 \text{ A}$$

2.3.1.2.- Intensidad de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 400 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

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]

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

- $I_s = 549,9 \text{ A}$.

2.3.1.3.- Cortocircuitos

2.3.1.3.1.- 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.

2.3.1.3.2.- 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]

2.3.1.3.3.- Cortocircuito en el lado de Alta Tensión

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es :

- $I_{ccp} = 10,1 \text{ kA}$

2.3.1.3.4.- Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 400 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:

- $I_{ccs} = 13,7 \text{ kA}$

2.3.1.4.- 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.

2.3.1.4.1.- 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.

2.3.1.4.2.- 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:

- $I_{cc}(din) = 25,3 \text{ kA}$

2.3.1.4.3.- 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:

- $I_{cc}(ter) = 10,1 \text{ kA}$.

2.3.1.5.- 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

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 25 A.

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.

2.3.1.6.-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 11,5 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.

2.3.1.7.-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):

- 9901B024-BE-LE-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 400 kVA
- 9901B024-BE-LE-02, para ventilación de transformador de potencia hasta 630 kVA

2.3.1.8.-Dimensionado del pozo apagafuegos

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 400 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

2.3.1.9.-Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

2.3.1.9.1.-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.

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

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

De la red:

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

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

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{d \max \text{ cal.}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}} \quad (2.9.2.a)$$

donde:

U_n Tensión de servicio [kV]

R_n Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

X_n Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

$I_{d \max \text{ cal.}}$ Intensidad máxima calculada [A]

La $I_{d \max}$ en este caso será, según la fórmula 2.9.2.a :

$$I_{d \max \text{ cal.}} = 461,88 \text{ A}$$

Superior o similar al valor establecido por la compañía eléctrica que es de:

$$I_{d \max} = 400$$

2.3.1.9.3.-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.

2.3.1.9.4.-Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: $U_r = 20 \text{ kV}$

Puesta a tierra del neutro:

- Resistencia del neutro $R_n = 0 \text{ Ohm}$
- Reactancia del neutro $X_n = 25 \text{ Ohm}$
- Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 400 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra $R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$
- Resistencia del hormigón $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

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:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} \quad (2.9.4.b)$$

donde:

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

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

- $I_d = 230,94 \text{ A}$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

- $R_t = 43,3 \text{ Ohm}$

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:

- $K_r \leq 0,2887$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 25-25/5/42
- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 2.5x2.5 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_r = 0,121$
- De la tensión de paso $K_p = 0,0291$
- De la tensión de contacto $K_c = 0,0633$

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.
- Alrededor del edificio de maniobra exterior se colocará una acera perimetral de 1 m de ancho con un espesor suficiente para evitar tensiones de contacto cuando se maniobran los equipos desde el exterior.

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:

- $R'_t = 18,15 \text{ Ohm}$

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

- $I'd = 373,77 \text{ A}$

2.3.1.9.5.-Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

En los edificios de maniobra exterior no existen posibles tensiones de paso en el interior ya que no se puede acceder al interior de los mismos.

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, es necesario una acera perimetral, en la cual no se precisa el cálculo de las tensiones de paso y de contacto desde esta acera con el interior, ya que éstas son prácticamente nulas. Se considera que la acera perimetral es parte del edificio.

La tensión de defecto vendrá dada por:

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

donde:

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

I'_d intensidad de defecto [A]

V'_d tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'd = 6783,84 \text{ V}$$

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:

$$\cdot V'_c = 3548,9 \text{ V}$$

2.3.1.9.6.-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]
V'_p	tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

- $V'_p = 1631,49$ V en el Centro de Transformación

2.3.1.9.7.-Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Transformación

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

- $t = 0,7$ seg
- $K = 72$
- $n = 1$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000} \right) \quad (2.9.7.a)$$

donde:

K	coeficiente
t	tiempo total de duración de la falta [s]
n	coeficiente
R _o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
V _p	tensión admisible de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_p = 1954,29 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000} \right) \quad (2.9.7.b)$$

donde:

K	coeficiente
t	tiempo total de duración de la falta [s]
n	coeficiente
R _o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
R' _o	resistividad del hormigón en [Ohm·m]
V _{p(acc)}	tensión admisible de paso en el acceso [V]

por lo que, para este caso

- $V_p(\text{acc}) = 10748,57 \text{ V}$

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:

- $V'_p = 1631,49 \text{ V} < V_p = 1954,29 \text{ V}$

Tensión de paso en el acceso al centro:

- $V'_p(\text{acc}) = 3548,9 \text{ V} < V_p(\text{acc}) = 10748,57 \text{ V}$

Tensión de defecto:

- $V'_d = 6783,84 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Intensidad de defecto:

- $I_a = 50 \text{ A} < I_d = 373,77 \text{ A} < I_{dm} = 400 \text{ A}$

2.3.1.9.8.-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:

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:

- $D = 8,92 \text{ m}$

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: | 8/22 (según método UNESA) |
| · Geometría: | Picas alineadas |
| · Número de picas: | dos |
| · Longitud entre picas: | 2 metros |
| · Profundidad de las picas: | 0,8 m |

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,194$
- $K_c = 0,0253$

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.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,194 \cdot 150 = 29,1 < 37 \text{ Ohm}$$

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.

2.3.1.9.9.-Corrección y ajuste del diseño inicial

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

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

2.3.2.-Centro de transformación y reparto 400 KVA.

1. 2.3.2.1.- Intensidad de Alta 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 20 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 400 kVA.

$$\cdot I_p = 11,5 \text{ A}$$

2. 2.3.2.2.- Intensidad de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 400 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

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]

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

$$\cdot I_s = 549,9 \text{ A.}$$

3. 2.3.2.3.- Cortocircuitos

1. 2.3.2.3.1.- 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.

2. 2.3.2.3.2.-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]

3. 2.3.2.3.3.-Cortocircuito en el lado de Alta Tensión

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es :

- $I_{ccp} = 10,1 \text{ kA}$

4. 2.3.2.3.4.-Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 400 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:

- $I_{ccs} = 13,7 \text{ kA}$

4. 2.3.2.4.- 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.

1. 2.3.2.4.1.-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.

2. 2.3.2.4.2.-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:

- $I_{cc}(\text{din}) = 25,3 \text{ kA}$

3. 2.3.2.4.3.-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:

- $I_{cc}(\text{ter}) = 10,1 \text{ kA}$.

5. 2.3.2.5.- 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

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 25 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.

6. 2.3.2.6.-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 11,5 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.

7. 2.3.2.7.- 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

8. 2.3.2.8.- Dimensionado del pozo apagafuegos

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

9. 2.3.2.9.-Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

1. 2.3.2.9.1.-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.

2. 2.3.2.9.2.-Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

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

De la red:

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

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

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{d \max \text{ cal.}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}} \quad (2.9.2.a)$$

donde:

U_n Tensión de servicio [kV]

R_n Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

X_n Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

$I_{d \max \text{ cal.}}$ Intensidad máxima calculada [A]

La $I_d \max$ en este caso será, según la fórmula 2.9.2.a :

$$I_{d \max \text{ cal.}} = 461,88 \text{ A}$$

Superior o similar al valor establecido por la compañía eléctrica que es de:

$$I_{d \max} = 400 \text{ A}$$

3. 2.3.2.9.3.-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.

4. 2.3.2.9.4.-Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: $U_r = 20 \text{ kV}$

Puesta a tierra del neutro:

- Resistencia del neutro $R_n = 0 \text{ Ohm}$
- Reactancia del neutro $X_n = 25 \text{ Ohm}$
- Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 400 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra $R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$
- Resistencia del hormigón $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

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:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} \quad (2.9.4.b)$$

donde:

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

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

- $I_d = 230,94 \text{ A}$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

- $R_t = 43,3 \text{ Ohm}$

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:

- $K_r \leq 0,2887$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 70/25/5/42
- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 7.0x2.5 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

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

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:

- $R'_t = 12,6 \text{ Ohm}$

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

- $I'd = 400 \text{ A}$

5. 2.3.2.9.5.-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:

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

I'_d intensidad de defecto [A]

V'_d tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

- $V'd = 5040 \text{ V}$

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:

$$\cdot V'_c = 2454 \text{ V}$$

6. 2.3.2.9.6.-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]
V'_p	tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

- $V'_p = 1116$ V en el Centro de Transformación

7. 2.3.2.9.7.-Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Transformación

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

- $t = 0,7$ seg
- $K = 72$
- $n = 1$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000} \right) \quad (2.9.7.a)$$

donde:

K	coeficiente
t	tiempo total de duración de la falta [s]
n	coeficiente
R _o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
V _p	tensión admisible de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_p = 1954,29 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000} \right) \quad (2.9.7.b)$$

donde:

K	coeficiente
t	tiempo total de duración de la falta [s]
n	coeficiente
R _o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
R' _o	resistividad del hormigón en [Ohm·m]
V _{p(acc)}	tensión admisible de paso en el acceso [V]

por lo que, para este caso

- $V_p(\text{acc}) = 10748,57 \text{ V}$

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:

- $V'_p = 1116 \text{ V} < V_p = 1954,29 \text{ V}$

Tensión de paso en el acceso al centro:

- $V'_p(\text{acc}) = 2454 \text{ V} < V_p(\text{acc}) = 10748,57 \text{ V}$

Tensión de defecto:

- $V'_d = 5040 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Intensidad de defecto:

- $I_a = 50 \text{ A} < I_d = 400 \text{ A} < I_{dm} = 400 \text{ A}$

8. 2.3.2.9.8.-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:

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:

- $D = 9,55 \text{ m}$

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: | 8/22 (según método UNESA) |
| · Geometría: | Picas alineadas |
| · Número de picas: | dos |
| · Longitud entre picas: | 2 metros |
| · Profundidad de las picas: | 0,8 m |

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,194$
- $K_c = 0,0253$

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.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,194 \cdot 150 = 29,1 < 37 \text{ Ohm}$$

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.

9. 2.3.2.9.9.-Corrección y ajuste del diseño inicial

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

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

PLIEGO DE CONDICIONES

3.- PLIEGO DE CONDICIONES.

3.1.- Generalidades.

3.2.- INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN.

3.2.1.- Calidad de los materiales. Condiciones y ejecución.

3.2.1.1.- Conductores: Tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones.

3.2.1.2.- Señalización.

3.2.1.3.- Empalmes y terminales.

3.2.1.4.- Accesorios.

3.2.1.5.- Medidas eléctricas.

3.2.1.6.- Obra civil.

3.2.1.7.- Zanjas: Ejecución, tendido, cruzamientos, señalización y acabado.

3.2.2.- Normas generales para la ejecución de las instalaciones.

3.2.3.- Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar la obra.

3.2.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.

3.2.5.- Revisiones, inspecciones y pruebas periódicas reglamentarias a efectuar por parte de instaladores, de mantenedores y/o de organismos de control.

3.3.- INSTALACIÓN MEDIA TENSIÓN.

3.3.1.- Calidad de los materiales. Condiciones y ejecución.

3.3.1.1.-Conductores: Tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones

3.3.1.2.-Accesorios.

3.3.1.3.-Obra civil.

3.3.1.4.-Zanjas: ejecución, tendido, cruzamientos, paralelismos, señalización y acabado.

3.3.2.- Normas generales para la ejecución de las instalaciones.

3.4.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN miniBLOCK.

3.4.1.- Calidad de los materiales.

3.4.1.1.- Obra Civil.

3.4.1.2.- Aparamenta de Alta Tensión.

3.4.1.3.- Transformadores de potencia.

3.4.1.4.- Equipos de Medida.

3.5.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PFU 5/20.

3.5.1.- Calidad de los materiales.

3.5.1.1.- Obra Civil.

3.5.1.2. -Aparamenta de Alta Tensión.

3.5.1.3.- Transformadores de potencia.

3.5.1.4.- Equipos de Medida.

3.5.2.- Normas de ejecución de las instalaciones.

3.5.3.- Pruebas reglamentarias.

3.5.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.

3.5.5.- Certificados y documentación.

3.5.6.- Libro de órdenes.

3.- PLIEGO DE CONDICIONES.

3.1.- Generalidades.

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y de vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la norma UNE 24042 “Contratación de Obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según el orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

3.2.- Instalación Baja Tensión.

3.2.1.- Calidad de los materiales. Condiciones y ejecución.

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la compañía distribuidora de energía, para este tipo de materiales.

Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del proyecto, aún sin figurar en los otros, es igualmente obligatoria.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la Obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra y antes de iniciarse, el Contratista presentará al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrán utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

Se utilizarán cables con aislamiento de dieléctrico seco, tipos XZ1(S), de las características siguientes:

Cable tipo XZ1(S):

- Conductor..... Aluminio
- Secciones..... 95 - 150 y 240 mm²
- Tensión asignada..... 0,6/1 kV
- Aislamiento..... Mezcla de polietileno reticulado (XLPE)
- Cubierta..... PVC

Todas las líneas serán siempre de cuatro conductores, tres para fase y uno para neutro.

Las conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

La utilización de las diferentes secciones será la siguiente:

- Las secciones de 150 mm² y 240 mm² se utilizarán en la red subterránea de distribución en BT y en los puentes de unión de los transformadores de potencia con sus correspondientes cuadros de distribución de BT.
- La sección de 95 mm², se utilizará como neutro de la sección de 150 mm² línea de derivación de la red general y acometidas.

Los conductores llevarán inscritas sobre la cubierta de forma legible e indeleble las marcas siguientes:

- Nombre del fabricante.
- Designación completa.
- Año de fabricación (dos últimas cifras).
- Indicación de calidad concertada (cuando la tenga).

La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

3.2.1.1.- Conductores: Tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada, sujeta por barras y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

El desenrollado del conductor se realizará de forma que éste salga por la parte superior de la bobina.

El fondo de la zanja deberá estar cubierto en toda su longitud con una capa de 10 cm de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, antes de proceder al tendido de los cables.

Los cables deben de ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc..., y teniendo en cuenta siempre que el radio de curvatura en el tendido de los mismos, aunque sea accidentalmente, no debe ser inferior a 20 veces su diámetro.

Para la coordinación de movimientos de tendido se dispondrá de personal y los medios de comunicación adecuados.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe exceder de 3 kg/mm². Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable, dispuestos sobre el fondo de la zanja, para evitar el rozamiento del cable con el terreno.

Durante el tendido, se tomarán precauciones para evitar que el cable sufra esfuerzos importantes, golpes o rozaduras.

En las curvas, se tomarán las medidas oportunas para evitar rozamientos laterales de cable. No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles, deberá hacerse siempre a mano.

Solo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja y siempre sobre rodillos.

No se dejarán nunca los cables tendidos en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlos con la capa de arena fina y la protección de la placa.

En todo momento, las puntas de los cables deberán estar selladas mediante capuchones termorretráctiles o cintas autovulcanizadas para impedir los efectos de la humedad, no dejándose los extremos de los cables en la zanja sin haber asegurado antes la buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 50 cm.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería a dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación.

Cada metro y medio, envolviendo las tres fases y el neutro, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, evitando la dispersión de los mismos por efecto de las corrientes de cortocircuito o dilataciones.

Antes de pasar el cable por una canalización entubada, se limpiará la misma para evitar que queden salientes que puedan dañarlos.

En las entradas de los tubulares se evitará que el cable roce el borde de los mismos.

Para los cruces de calles y carreteras:

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores conforme con lo establecido en la ITC-BT-21, recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

3.2.1.2.- Señalización.

Todo conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención, de acuerdo con la RU 0205, colocada a 40 cm aproximadamente, por encima de la placa de protección. Cuando en la misma zanja existan líneas de tensión diferente (Baja y Media Tensión), en diferentes planos verticales, debe colocarse dicha cinta encima de la conducción superior.

3.2.1.3.- Empalmes y terminales.

Para la confección de empalmes y terminales se seguirán los procedimientos establecidos por el fabricante y homologados por las empresas.

El técnico supervisor conocerá y dispondrá de la documentación necesaria para evaluar la confección del empalme o terminación.

En concreto se revisarán las dimensiones del pelado de cubierta, utilización de manguitos o terminales adecuados y su engaste con el utillaje necesario, limpieza y reconstrucción del aislamiento. Los empalmes se identificarán con el nombre del operario y sólo se utilizarán los materiales homologados.

La reconstrucción del aislamiento deberá efectuarse con las manos bien limpias, depositando los materiales que componen el empalme sobre una lona limpia y seca. El montaje deberá efectuarse ininterrumpidamente.

Los empalmes unipolares se efectuarán escalonados, por lo tanto deberán cortarse los cables con distancias a partir de sus extremos de 50 mm, aproximadamente.

En el supuesto que el empalme requiera una protección mecánica, se efectuará el procedimiento de confección adecuado, utilizando además la caja de poliéster indicada para cada caso.

3.2.1.4.- Accesorios.

Los empalmes, terminales y derivaciones, se elegirán de acuerdo a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.). Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo las instrucciones de montaje dadas por el fabricante.

3.2.1.5.- Medidas eléctricas.

Una vez terminadas las obras, se realizarán las medidas eléctricas correspondientes de: puesta a tierra del neutro de la instalación para comprobar su buen funcionamiento y corregirlo en caso contrario; también se comprobará la continuidad de los conductores para localizar posibles fallos que se hayan producido en su tendido; y por último se medirán las tensiones entre fases, y entre fases y neutro al inicio y al final de la instalación para comprobar que estas se encuentran dentro de los límites impuestos.

3.2.1.6.- Obra civil.

La obra civil llevada a cabo en esta parte del proyecto consiste en la realización de las zanjas por donde discurrirá la red de baja tensión, los tipos de zanjas se escriben en el siguiente apartado en el cual veremos distintas disposiciones según el número de conductores a introducir en ellas.

3.2.1.7.- Zanjas: Ejecución, tendido, cruzamientos, señalización y acabado.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud.

Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Los cables de BT se alojarán directamente enterrados bajo la acera a una altura de 0,70 m, en zanjas de 0,80 m de profundidad mínima y una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,35 m.

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

Por encima del cable se colocará otra capa de arena de idénticas características y con unos 0,10 m de espesor, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando existan 1 ó 2 líneas, y por un tubo y una placa cubrecables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las NI 52.95.01.

Las dos capas de arena cubrirán la anchura total de la zanja, la cual será suficiente para mantener 0,05 m entre los cables y las paredes laterales. A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes.

Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m y 0,25 m de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización, como advertencia de la presencia de cables eléctricos, Las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

El tubo de 160 mm Ø que se instalará como protección mecánica, podrá utilizarse, cuando sea necesario, como conducto para cables de control, red multimedia e incluso para otra línea de BT. Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

Y por último se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de

H-200 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Para los cruzamientos la zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m, para la colocación de dos tubos de 160 mm Ø, aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más de red de 160 mm Ø, destinado a este fin. Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido. Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 0,80 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de hormigón H-200, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón H-200 con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente. Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del firme y pavimento, para este relleno se utilizará hormigón H-200, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno o zahorra.

Después se colocará un firme de hormigón de H-200 de unos 0,30 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Los tipos de zanja a utilizar para las distintas disposiciones de los conductores quedan reflejados en los planos número 9, 10 y 11.

3.2.2.- Normas generales para la ejecución de las instalaciones.

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- Normas UNE.
- Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).
- Plan nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Normas de la Compañía Suministradora (Iberdrola).

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.

Corresponderá al Contratista la responsabilidad de la ejecución de las instalaciones que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que hagan falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuáles serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras y evitando ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales, cuidando de no afectar a las cimentaciones de los mismos.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de las zanjas como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, garajes, etc..., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura de las mismas, que no podrá ser inferior a 10 veces el diámetro de los cables que se vayan a canalizar en la posición definitiva y 20 veces en el tendido.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad determinada, colocándose entubaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

La zona de trabajo estará adecuadamente vallada, y dispondrá de las señalizaciones necesarias y de iluminación nocturna en ámbar rojo.

El vallado debe abarcar todo elemento que altere la superficie vial (caseta, maquinaria, materiales apilados, etc), será continuo en todo su perímetro y con vallas consistentes y perfectamente alineadas, delimitando los espacios destinados a viandantes, tráfico rodado y canalización. La obra estará identificada mediante letreros normalizados por los ayuntamientos.

Se instalará la señalización vertical necesaria para garantizar la seguridad de los viandantes, automovilistas y personal de la obra. Las señales de tránsito a disponer serán, como mínimo, las exigidas por el código de circulación y las ordenanzas vigentes.

3.2.3.- Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar la obra.

Antes de la puesta en servicio del sistema eléctrico, el Contratista habrá de hacer los ensayos adecuados para probar, a la entera satisfacción del Técnico Director de obra, que todos los equipos, aparatos y cableado han sido instalados correctamente de acuerdo con las normas establecidas y están en condiciones satisfactorias de trabajo.

Todos los ensayos serán presenciados por el Ingeniero que representa al Técnico Director de obra.

Los resultados de los ensayos serán pasados en certificados indicando fecha y nombre de la persona a cargo del ensayo, así como categoría profesional. Los cables, antes de ponerse en funcionamiento, se someterán a un ensayo de resistencia de aislamiento entre las fases, y entre fases y tierra. En los cables enterrados, estos ensayos de resistencia de aislamiento se harán antes y después de efectuar el relleno y compactado.

Antes de poner el aparellaje bajo tensión, se medirá la resistencia de aislamiento de cada embarrado entre fases y entre fases y tierra. Las medidas deben repetirse con los interruptores en posición de funcionamiento y contactos abiertos.

Todo relé de protección que sea ajustable será calibrado y ensayado, usando contador de ciclos, caja de carga, amperímetro y voltímetro, según se necesite.

Se dispondrá en lo posible, de un sistema de protección selectiva. De acuerdo con esto, los relés de protección se elegirán y coordinarán para conseguir un sistema que permita actuar primero el dispositivo de interrupción más próximo a la falta.

El Contratista preparará curvas de coordinación de relés y calibrado de éstos para todos los sistemas de protección previstos.

Se comprobarán los circuitos secundarios de los transformadores de intensidad y tensión aplicando corrientes o tensión a los arrollamientos secundarios de los transformadores y comprobando que los instrumentos conectados a estos secundarios funcionan.

Todos los interruptores automáticos se colocarán en posición de prueba y cada interruptor será cerrado y disparado desde su interruptor de control. Los interruptores deben ser disparados por accionamiento manual y aplicando corriente a los relés de protección. Se comprobarán todos los enclavamientos.

3.2.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.

Para el uso de las instalaciones, primero éstas habrán tenido que pasar sus respectivas revisiones y pruebas para comprobar su correcto funcionamiento; el mantenimiento de las mismas será realizado por la empresa suministradora de energía ateniéndose a toda la reglamentación respectiva al tipo de instalación proyectada; la seguridad para las personas encargadas de la ejecución y mantenimiento de las instalaciones será la emitida en los siguientes documentos:

Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

- R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.

- R.D. 485/1997 de 14 de Abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

- R.D. 1215/1997 de 18 de Julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

- R.D. 773/1997 de 30 de Mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

3.2.5.- Revisiones, inspecciones y pruebas periódicas reglamentarias a efectuar por parte de instaladores, de mantenedores y/o de organismos de control.

Generalmente, este tipo de instalación una vez realizada y puesta en funcionamiento, no precisa más cuidados que un mantenimiento sustitutivo de los elementos fungibles (fusibles, lámparas, relés, etc.).

Las instalaciones eléctricas y, especialmente, los elementos de protección contra contactos eléctricos, requieren de un proceso de revisión periódica que permita conocer el estado de los equipos y subsanar las faltas, averías o fallos en los mismos.

3.3.- Instalación Media Tensión.

3.3.1.- Calidad de los materiales. Condiciones y ejecución.

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la compañía distribuidora de energía, para este tipo de materiales. Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del proyecto, aún sin figurar en los otros, es igualmente obligatoria.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la Obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra y antes de iniciarse, el Contratista presentará al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrán utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

3.3.1.1.-Conductores: Tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones

Se utilizarán conductores de aluminio de la casa Prysmian del tipo “ AL EPROTENAX H COMPACT 12/20 kV ”.

El conductor estará constituido por un elemento circular compacto de clase 2 según la norma UNE 21 022, de aluminio.

El aislamiento estará constituido por un dieléctrico seco extruido, mediante el proceso denominado “triple extrusión”, éste será una mezcla a base etileno propileno de alto módulo (HEPR).

La pantalla sobre el conductor estará constituida por una capa de mezcla semiconductor extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, de espesor medio mínimo de 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.

La pantalla sobre el aislamiento estará constituida por una parte no metálica asociada a una parte metálica. La parte no metálica estará formada por una de mezcla semiconductor extruida, separable en frío, de espesor medio mínimo de 0,5 mm. La parte metálica estará constituida por una corona de alambres de Cu dispuestos en hélice a paso largo y una cinta de Cu, de una sección de 1 mm² como mínimo, aplicada con un paso no superior a cuatro veces el diámetro sobre la corona de alambres.

La cubierta exterior estará constituida por un compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) de color rojo.

Para la protección del medio ambiente el material de cubierta exterior del cable no contendrá hidrocarburos volátiles, halógenos ni metales pesados con excepción del plomo, del que se admitirá un contenido inferior al 0,5%.

Además el cable, en su diseño y construcción, permitirá una fácil separación y recuperación de los elementos constituyentes para el reciclado o tratamiento adecuado de los mismos al final de su vida útil.

Los conductores llevarán inscritas sobre la cubierta de forma legible e indeleble las marcas siguientes:

- Nombre del fabricante y/o marca registrada.
- Designación completa del cable.
- Año de fabricación (dos últimas cifras).
- Indicación de calidad concertada, cuando la tenga.
- Identificación para la trazabilidad (nº de partida u otro).

La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

Tendido de los cables.

Manejo y preparación de bobinas.

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido. En el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubo, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

Tendido de cables en zanja.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc... y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los obreros estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mm^2 de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso, el esfuerzo no será superior a 5 kg/mm^2 para cables unipolares con conductores de cobre. En el caso de aluminio debe reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido será obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y construidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras. No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra. Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de unos 10 cm de espesor de idénticas características que las anteriores.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm. Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para

comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de media tensión discurren paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc..., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos, al ir separados sus ejes 20 cm mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que

además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos Centros de Transformación.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Cada metro y medio serán colocados por fase con una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicando fase 1, fase 2 y fase 3, utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.

- Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.

- Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de media tensión tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesiva y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

Tendido de los cables en tubulares.

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tira cables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un obrero en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra.

Una vez tendido el cable, los tubos se tapanán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc..., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

Empalmes.

Se realizarán los correspondientes empalmes indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar huecos. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera, navaja, etc...

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductoras pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de una deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

Terminales.

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de los terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

Transporte de bobinas de cables.

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

3.3.1.2.-Accesorios.

Los empalmes, terminales y derivaciones, se elegirán de acuerdo a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos.

Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.). Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo las instrucciones de montaje dadas por el fabricante.

3.3.1.3.-Obra civil.

La obra civil llevada a cabo en esta parte del proyecto consiste en la apertura de las zanjas (en acera, cruce de calles y enterramiento de la línea de media tensión aérea) por donde discurrirán las distintas líneas, los tipos de zanjas se describen en el siguiente apartado en el cual veremos distintas disposiciones según el número de conductores a introducir en ellas.

3.3.1.4.-Zanjas: ejecución, tendido, cruzamientos, paralelismos, señalización y acabado.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud.

Si ha habido la posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Los cables se alojarán directamente enterrados bajo la acera a una altura de 1m, en zanjas de 1,10 m de profundidad mínima y una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,35 m.

El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo, 15 veces el diámetro. Los radios de curvatura en operaciones de tendido será superior a 20 veces su diámetro.

Los cruces de calzadas serán perpendiculares al eje de la calzada o vial, procurando evitarlos, si es posible sin perjuicio del estudio económico de la instalación en proyecto, y si el terreno lo permite.

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

Encima irá otra capa de arena de idénticas características y con unos 0,10 m de espesor, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando exista 1 línea, y por un tubo y una placa cubrecables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las NI 52.95.01. A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m y 0,30 m de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos, las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

El tubo de 160 mm Ø que se instale como protección mecánica, incluirá en su interior , como mínimo, 4 monoductos de 40 mm Ø, según NI 52.95.03, para poder ser utilizado como conducto de cables de control y redes multimedia. Se dará continuidad en todo el recorrido de este tubo, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera y obras de mantenimiento, garantizándose su estanqueidad en todo el trazado.

A continuación se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de H-200 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Para los cruzamientos la zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m para la colocación de dos tubos rectos de 160 mm Ø aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más, destinado a este fin. Se dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 0,8 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de hormigón H-200, sobre la que se depositarán los tubos

dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón H-200 con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

La canalización deberá tener una señalización colocada de la misma forma que la indicada en el caso anterior o marcado sobre el propio tubo, para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará hormigón H-200, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno o zahorra.

Después se colocará un firme de hormigón de H-200 de unos 0,30 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

3.3.2.- Normas generales para la ejecución de las instalaciones.

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- Normas UNE.
- Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).
- Plan nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Normas de la Compañía Suministradora (Iberdrola).

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.

Corresponderá al Contratista la responsabilidad de la ejecución de las instalaciones que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que hagan falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuáles serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras y evitando ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales, cuidando de no afectar a las cimentaciones de los mismos.

Antes de comenzar los trabajos de apertura de zanjas, se marcarán en el terreno las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de las zanjas como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, garajes, etc..., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura de las mismas, que no podrá ser inferior a 10 veces el diámetro de los cables que se vayan a canalizar en la posición definitiva y 20 veces en el tendido.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad determinada, colocándose entubaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

La zona de trabajo estará adecuadamente vallada, y dispondrá de las señalizaciones necesarias y de iluminación nocturna en ámbar rojo.

El vallado debe abarcar todo elemento que altere la superficie vial (caseta, maquinaria, materiales apilados, etc), será continuo en todo su perímetro y con vallas consistentes y perfectamente alineadas, delimitando los espacios destinados a viandantes, tráfico

rodado y canalización. La obra estará identificada mediante letreros normalizados por los ayuntamientos.

Se instalará la señalización vertical necesaria para garantizar la seguridad de los viandantes, automovilistas y personal de la obra. Las señales de tránsito a disponer serán, como mínimo, las exigidas por el código de circulación y las ordenanzas vigentes.

3.4.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN miniBLOCK.

3.4.1.- Calidad de los materiales.

3.4.1.1.- 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.

3.4.1.2.- Aparamenta de Alta 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.

3.4.1.3.- 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.

3.4.1.4.- 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 aparatada 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

3.5.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PFU 5/20

3.5.1.- Calidad de los materiales.

3.5.1.1.- 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.

3.5.1.2. -Aparamenta de Alta 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 aparatamenta previamente existente en el centro.

3.5.1.3.- 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.

3.5.1.4.- 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 aparatamenta 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.

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. 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.

5. 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.

3.5.2.- 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.

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.

3.5.3.- Pruebas reglamentarias.

La aparataje 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.

3.5.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.

Cualquier trabajo u operación a realizar en el centro (uso, maniobras, mantenimiento, mediciones, ensayos y verificaciones) se realizarán conforme a las disposiciones generales

indicadas en el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la

protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

*** PREVENCIÓNES GENERALES.**

1)- Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.

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

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

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

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

6)- Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.

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

*** PUESTA EN SERVICIO.**

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

9)- 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.**

10)- Se procederá en orden inverso al determinado en apartado 8, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

11)- 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.

12) Si una vez puesto el centro fuera de servicio se desea realizar un mantenimiento de limpieza en el interior de la apartamentada y transformadores no bastará con haber realizado el seccionamiento que proporciona la puesta fuera de servicio del centro, sino que se procederá además a la puesta a tierra de todos aquellos elementos susceptibles de ponerlos a tierra. Se garantiza de esta forma que en estas condiciones todos los elementos accesibles estén, además

de seccionados, puestos a tierra. No quedarán afectadas las celdas de entrada del centro cuyo mantenimiento es responsabilidad exclusiva de la compañía suministradora de energía eléctrica.

13)- 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.**

14)- No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

15) Para transformadores con líquido refrigerante (aceite éster vegetal) no podrá sobrepasarse un incremento relativo de 60K sobre la temperatura ambiente en dicho líquido. La máxima temperatura ambiente en funcionamiento normal está fijada, según norma CEI 76, en 40°C, por lo que la temperatura del refrigerante en este caso no podrá superar la temperatura absoluta de 100°C.

16)- 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.

3.5.5.- 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.

3.5.6.- 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.

PRESUPUESTO

4.- PRESUPUESTO.

4.1.- Presupuesto Baja Tensión.

4.2.- Presupuesto Media Tensión.

4.3.- Presupuesto Centros Transformación.

4.3.1.- Centro de Transformación miniBLOCK.

4.3.1.1.- Obra civil

4.3.1.2.- Equipos de Media Tensión

4.3.1.3.- Interconexiones de Media Tensión

4.3.1.4.- Equipo de potencia

4.3.1.5.- Equipo de Baja Tensión

4.3.1.6.- Interconexiones de Baja Tensión

4.3.1.7.- Varios

4.3.1.8- Sistema de Puesta a Tierra

4.3.1.8.1.- Instalaciones de Tierras Exter

4.3.1.8.2.- Instalaciones de Tierras Interiores

4.3.1.9.- Presupuesto total

4.3.2.- Centro de Transformación y Reparto PFU 5/20.

4.3.2.1.- Obra civil

4.3.2.2.- Equipos de Media Tensión

4.3.2.3.- Equipo de potencia

4.3.2.4.- Equipo de Baja Tensión

4.3.2.5- Sistema de Puesta a Tierra

4.3.2.5.1.- Instalaciones de Tierras Exter

4.3.2.5.2.- Instalaciones de Tierras Interiores

4.3.2.6.- Presupuesto total

4.1.- Presupuesto Baja Tensión.

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
ZANJA EN ASFALTO PARA BT				
Zanja 0,8x1,25m2	ML	100	37	3700
Tubos DPN 160mm2	ML	160	8,2	1312
Hormigon	m3	50	44	2200
Cinta señalizadora	ML	70	0,3	21
Relleno zahorra	m3	50	15	750
Aglomerado asfaltico	m3	20	15	300

ZANJA EN ACERA PARA BT				
Zanja 0,8x1m2	ML	3000	42	126000
Arena lavada	m3	800	20	16000
Cinta señalizadora	ML	3200	0,3	960
Relleno zahorra	m3	500	15	7500
Baldosa	ML	1700	12	20400

Tendido cable 0,6/1KV 1x240mm2 AL	ML	6000	2,7	16200
Tendido cable 0,6/1KV 1x150mm2 AL	ML	6000	2,7	16200
Tendido cable 0,6/1KV 1x95mm2 AL	ML	3000	2,7	8100
Empalmes de conexión	UD	150	4	600

El total a pagar por la red de media tensión asciende a 220.203 €

4.2.- Presupuesto Media Tensión.

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
ZANJA EN ASFALTO PARA MT				
Zanja 0,8x1,25m2	ML	30	37	1110
Tubos DPN 160mm2	ML	80	8,2	656
Hormigon	m3	50	44	2200
Cinta señalizadora	ML	55	0,3	16,5
Relleno zahorra	m3	30	15	450
Aglomerado asfaltico	m3	20	15	300

ZANJA EN ACERA PARA MT				
Zanja 0,8x1m2	ML	2000	42	84000
Arena lavada	m3	600	20	12000
Cinta señalizadora	ML	2000	0,3	600
Relleno zahorra	m3	400	15	6000
Baldosa	ML	1000	12	12000

Tendido cable 0,6/1KV 1x150mm2 AL	ML	6000	2,7	16200
-----------------------------------	----	------	-----	-------

Empalmes de conexión	UD	100	4	400
----------------------	----	-----	---	-----

Mientras que el total a pagar por la red de media tensión será de 142.092,5 €

4.3.- Presupuesto Centros Transformación.

4.3.1.- Centro de Transformación miniBLOCK.

1. 4.3.1.1.- Obra civil

1 Edificio de Transformación: *miniBLOK - 24*

Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo miniBLOK - 24, de dimensiones generales aproximadas 2100 mm de largo por 2100 mm de fondo por 2240 mm de alto. Incluye el edificio, todos sus elementos exteriores según RU-1303A, transporte, montaje, accesorios y aparamenta interior que esta formada sobre un bastidor por los siguientes elementos:

4.3.1.2.- Equipos de Media Tensión

1 E/S1,E/S2,PT1: *CGM COSMOS-2LP*

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

- $U_n = 24 \text{ kV}$
- $I_n = 400 \text{ A}$
- $I_{cc} = 16 \text{ kA} / 40 \text{ kA}$
- Dimensiones: 1190 mm / 735 mm / 1300 mm
- Mando 1: manual tipo B
- Mando 2: manual tipo B
- Mando (fusibles): manual tipo BR

4.3.1.3.- Interconexiones de Media Tensión

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

Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

En el otro extremo son del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

4.3.1.4.- Equipo de potencia

1 Transformador 1: *Transformador aceite 24 kV*

Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 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 %.

4.3.1.5.- Equipo de Baja Tensión

1 Cuadros BT - B2 Transformador 1: *CBTO*

Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación, con las características indicadas en la Memoria.

4.3.1.6.- Interconexiones de Baja Tensión

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

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Cu (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 2xfase + 1xneutro de 2,5 m de longitud.

4.3.1.7.- Varios

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.

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:

- Par de guantes de amianto
- Una palanca de accionamiento

28.525,00 € 28.525,00 €

4.3.1.8.- Sistema de Puesta a Tierra

4.3.1.8.1.- 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: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de picas: 2 metros
- Dimensiones del rectángulo: 2.5x2.5 m

1.285,00 € 1.285,00 €

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: 0,8 m
- Número de picas: dos
- Longitud de picas: 2 metros
- Distancia entre picas: 3 metros

630,00 € 630,00 €

4.3.1.8.2.- 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 aparata de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.

,00 € ,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.

,00 € ,00 €

Total importe sistema de tierras

1.915,00 €

4.3.1.9.- Presupuesto total

Total importe obra civil

28.525,00 €

Total importe circuito de tierras

1.915,00 €

Neto del presupuesto completo

30.440,00 €

0 % de imprevistos

0,00€

TOTAL PRESUPUESTO

30.440,00 €

4.3.2.- Centro de Transformación y Reparto PFU 5/20.

2. 4.3.2.1.- 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 €

3. 4.3.2.2.- Equipo de MT

1 Entrada / Salida 1: *CGMCOSMOS-L*

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.

2.675,00 € 2.675,00 €

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:

- 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.

2.675,00 € 2.675,00 €

1 Entrada / Salida 3: *CGMCOSMOS-L*

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

- $U_n = 24 \text{ kV}$
- $I_n = 400 \text{ A}$
- $I_{cc} = 16 \text{ kA} / 40 \text{ kA}$
- Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm
- Mando: manual tipo B

Se incluyen el montaje y conexión.

2.675,00 € 2.675,00 €

1 Entrada / Salida 4: *CGMCOSMOS-L f0*

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

- $U_n = 24 \text{ kV}$
- $I_n = 400 \text{ A}$
- $I_{cc} = 16 \text{ kA} / 40 \text{ kA}$
- Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm
- Mando: manual tipo B

Se incluyen el montaje y conexión.

2.675,00 € 2.675,00 €

1 Entrada / Salida 5 : *CGMCOSMOS-L*

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.

2.675,00 € 2.675,00 €

1 Entrada / Salida 6: *CGMCOSMOS-L*

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.

2.675,00 € 2.675,00 €

1 Entrada / Salida 7: *CGMCOSMOS-L*

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.

2.675,00 € 2.675,00 €

1 Entrada / Salida 8: *CGMCOSMOS-L*

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.

2.675,00 € 2.675,00 €

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:

- 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 DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

1.175,00 € 1.175,00 €

Total importe aparatura de MT

26.075,00 €

4. 4.3.2.3.-Equipo de Potencia

1 Transformador 1: *Transformador aceite 24 kV*

Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 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 %.

Se incluye también una protección con Termómetro.

9.450,00 € 9.450,00 €

Total importe equipos de potencia

9.450,00 €

5. 4.3.2.4.- Equipo de Baja Tensión

1 Cuadros BT - B2 Transformador 1: *CBTO*

Cuadro de Baja Tensión Optimizado CBTO-C, con 5 salidas con fusibles salidas trifásicas con fusibles en bases ITV, y demás características descritas en la Memoria.

2.975,00 € 2.975,00 €

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

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro de 2,5 m de longitud.

1.050,00 € 1.050,00 €

Total importe equipos de BT

4.025,00 €

4.3.2.5.- Sistema de Puesta a Tierra

4.3.2.5.1.-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: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de picas: 2 metros
- Dimensiones del rectángulo: 7.0x2.5 m

1.285,00 € 1.285,00 €

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: 0,8 m
- Número de picas: dos
- Longitud de picas: 2 metros
- Distancia entre picas: 3 metros

630,00 €

630,00 €

4.2.5.2.-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 aparata 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

3.765,00 €

6. Varios

- Defensa de Transformadores

1 Defensa de Transformador 1: *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 de amianto
- Extintor de eficacia 89B
- Una palanca de accionamiento
- Armario de primeros auxilios
-

700,00 €

700,00 €

2. 4.3.2.6.- Presupuesto total

Total importe obra civil

11.825,00 €

Total importe apartamentada de MT

26.075,00 €

Total importe equipos de potencia

9.450,00 €

Total importe equipos de BT

4.025,00 €

Total importe sistema de tierras

3.765,00 €

Total importe de varios	1.533,00 €
Neto del presupuesto completo	56.673,00 €
0 % de imprevistos	0,00€
TOTAL PRESUPUESTO	56.673,00 €

ESTUDIO BÁSICO DE
SEGURIDAD Y SALUD

6.- ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

6.1.- Objeto.

6.2. -Características generales de la obra.

6.2.1.- Descripción de la obra y situación.

6.2.2. -Servicios higiénicos.

6.3. -Riesgos laborables.

6.3.1. -Movimientos de tierras.

6.3.2. –Cimentación y estructura.

6.3.3.- Instalación eléctrica.

6.4.- Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria.

6.5.- Anexo estudio de seguridad y salud del centro de transformación.

6.5.1.- Objeto.

6.5.2.- Características generales de la obra.

6.5.2.1.-Suministro de energía eléctrica.

6.5.2.2.-Suministro de agua potable.

6.5.2.3.-Servicios higiénicos.

6.5.2.4.- Servidumbre y condicionantes.

6.5.3.- Riesgos laborables evitables completamente.

6.5.4.- Riesgos laborales no eliminables completamente.

6.5.4.1.-Toda la obra.

6.5.4.2.- Movimientos de tierras.

6.5.4.3.- Montaje y puesta en tensión.

6.5.4.3.1- Descarga y montaje de elementos prefabricados.

6.5.4.3.2.- Puesta en tensión.

6.5.5.-Trabajos laborables especiales.

6.5.6.- Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria.

6.5.7.- Previsiones para trabajos posteriores

6.5.8.- Normas de seguridad aplicables en la obra.

6.- ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

6.1.- Objeto.

Este Estudio de Seguridad y Salud, establece las previsiones respecto a prevención de riesgo de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores, durante la construcción de esta obra.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora bajo el control de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio Básico de Seguridad y Salud en el Trabajo, en los Proyectos de Edificaciones, para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de prevención de riesgos profesionales, que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias, los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente especificar las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas y las previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día y en las debidas condiciones los previsibles trabajos posteriores.

6.2. -Características generales de la obra.

6.2.1.- Descripción de la obra y situación.

La obra se va a realizar en un área perteneciente a Los Dolores, en el municipio de Cartagena. Los detalles de la misma ya han sido descritos con anterioridad en la memoria descriptiva.

6.2.2. -Servicios higiénicos.

De acuerdo con el apartado 15 del Anexo 4 del R.D.1627/97, la obra dispondrá de los servicios higiénicos siguientes:

- Lavabos con agua fría, agua caliente, y espejo.
- Duchas con agua fría y caliente.
- Retretes.
- Vestuarios con asientos y taquillas individuales, provistas de llave.

6.3. -Riesgos laborables.

6.3.1. -Movimientos de tierras.

Riesgos más frecuentes

- Caídas de operarios al mismo nivel.
- Caídas de operarios al interior de la excavación.
- Caídas de objetos sobre operarios.
- Caídas de materiales transportados.
- Choques o golpes contra objetos.

- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Desplomes, desprendimientos, hundimientos del terreno.
- Ruido, contaminación acústica.
- Ambiente pulvígeno.
- Cuerpos extraños en los ojos.

Medidas preventivas

- Talud natural del terreno.
- Limpieza de bolos y viseras.
- Apuntalamientos, apeos.
- Barandillas en borde de excavación.
- Tableros o planchas en huecos horizontales.
- Separación tránsito de vehículos y operarios.
- Avisadores ópticos y acústicos en Maquinaria
- Cabinas o pórticos de seguridad.
- No permanecer bajo frente excavación.
- Distancia de seguridad líneas eléctricas.

Protecciones individuales

- Botas o calzado de seguridad.
- Botas de seguridad impermeables.
- Guantes de lona y piel.
- Guantes impermeables.
- Gafas de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Cinturón de seguridad.
- Cinturón antivibratorio.
- Ropa de Trabajo.
- Traje de agua (impermeable).

6.3.2.- Cimentación y estructura.

Riesgos más frecuentes

- Caídas de operarios al mismo nivel.
- Caídas de operarios a distinto nivel.
- Caída de operarios al vacío.

- Caídas de objetos sobre operarios.
- Choques o golpes contra objetos.
- Caídas de materiales transportados.
- Atrapamientos y aplastamientos.
- Ruidos contaminación acústica.
- Lesiones y/o cortes en manos y pies.
- Sobreesfuerzos.
- Vibraciones.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Desplomes, desprendimientos, hundimientos del terreno.
- Ruido, contaminación acústica.
- Ambiente pulvígeno.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Rotura, hundimiento, caídas de encofrados y de entibaciones.
- Condiciones meteorológicas adversas.
- Trabajos en zonas húmedas o mojadas.
- Radiaciones y derivados de la soldadura.
- Quemaduras en soldadura oxicorte.

Medidas preventivas

- Marquesinas rígidas.
- Barandillas.
- Pasos o pasarelas.
- Redes verticales.
- Redes horizontales.
- Andamios de seguridad.
- Tableros o planchas en huecos horizontales.
- Escaleras auxiliares adecuadas.
- Escalera de acceso peldañeada y protegida.
- Mantenimiento adecuado de la maquinaria.
- Cabinas o pórticos de seguridad.
- Iluminación natural o artificial adecuada.
- Distancia de seguridad a las líneas eléctricas.

6.3.3. –Instalación eléctrica

Riesgos más frecuentes

- Fallos de aislamientos.
- Deterioro de conductores.
- Contactos fortuitos.
- Caídas de altura.
- Descargas eléctricas de origen directo o indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Contactos accidentales con partes en tensión.
- Utilización de herramientas manuales.

Medidas de prevención

- Utilizar cuadros de distribución con protecciones diferenciales.
 - Comprobación de ausencia de tensión.
 - Bloqueo y/o aislamiento de las partes en tensión, o que pudieran ponerse en tensión accidentalmente.
 - Puesta en corto circuito y a tierra de los elementos conductores que afecten o puedan afectar al lugar de trabajo.
 - Señalizar y acotar la zona de trabajo.
 - Utilizar el equipo de protección colectiva e individual adecuado (barandillas, equipo aislante, arnés de seguridad, casco, guantes, etc.).
 - Todo trabajador que permanezca en una instalación con partes en tensión, deberá poseer la formación necesaria para desempeñar su puesto de trabajo en estas condiciones
 - En todo momento se respetarán las distancias de seguridad con respecto a los elementos en tensión, midiéndola desde el extremo más alejado del operario (incluida la herramienta). Estas distancias son las exigidas en el Real Decreto 614/01, para realizar trabajos en proximidad de elementos en tensión.
- Las zonas con tensión dentro de la obra deben estar perfectamente delimitadas y señalizadas, separándolas del resto de la obra sin tensión:
- Cuando se esté trabajando con maquinaria en zonas próximas a elementos con tensión, se vigilará que el radio de acción de la misma no sobrepasa la distancia de seguridad anteriormente marcada.
 - Todos los trabajos se planificarán previamente y durante su ejecución serán controlados por un responsable, paralizando los mismos cuando exista duda de no poder respetar las distancias de seguridad.

Normas de prevención específicas del oficio de electricista

Las tensiones inferiores a 24 V se pueden considerar seguras, no necesitándose protección adicional.

Los trabajos en instalaciones con tensiones superiores a 24 V han de realizarse cumpliendo una serie de normas básicas de seguridad, que son las llamadas Cinco reglas de Oro.

- Cortar todas las fuentes de tensión.
- Bloquear las fuentes de tensión.
- Comprobar la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito.
- Señalizar la zona de trabajo

6.4.- Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria.

Instalaciones provisionales de electricidad para la obra

Desde el punto de toma fijado por la Propiedad se procederá al montaje de la instalación de obra.

La acometida será preferiblemente subterránea, disponiendo de un armario de protección en módulos normalizados, dotados de contadores de energía activa y reactiva si así se requiriese.

A continuación se pondrá el cuadro general de mando y protección, dotado de seccionador general de corte automático, interruptor unipolar y protección contra faltas a tierra, sobrecargas, y cortocircuito, mediante interruptores magnetotérmicos y relé diferencial de 300 mA de sensibilidad, puesto que todas las masas y el valor de la toma de tierra es $< 10^{\circ}$, además en los cuadros parciales se pondrá diferenciales de 30 mA. El cuadro estará construido de manera que impida el contacto con los elementos bajo tensión.

De este cuadro saldrán los circuitos necesarios de suministro a los cuadros secundarios para alimentación a los diferentes medios auxiliares, estando todos ellos debidamente protegidos con diferencial e interruptores magnetotérmicos.

Por último, del cuadro general saldrá un circuito para alimentación de los cuadros secundarios donde se conectarán las herramientas portátiles de los tajos. Estos cuadros serán de instalación móvil, según necesidades de obra y cumplirán las condiciones exigidas para instalaciones a la intemperie, estando colocados estratégicamente con el fin de disminuir en lo posible la longitud y el número de líneas.

El armario de protección y medida se colocará en el límite del solar, de conformidad con la Compañía Suministradora. Las tomas de corriente y clavijas, llevarán contacto de puesta a tierra de manera obligatoria.

6.5.- Anexo estudio de seguridad y salud del centro de transformación

6.5.1.- Objeto

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para

ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud. Los supuestos previstos son los siguientes:

- El presupuesto de Ejecución por Contrata es superior a 450.760 euros.
- La duración estimada de la obra es superior a 30 días o se emplea a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimada es superior a 500 trabajadores/día
- Es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Al no darse ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1997 se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Así mismo este Estudio Básico de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de prevención de Riesgos Laborables en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

En base a este Estudio Básico de Seguridad y al artículo 7 del R.D. 1627/1997, cada contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en función de su propio sistema de ejecución de la obra y en el que se tendrán en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

6.5.2.- Características generales de la obra

En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

6.5.2.1.-Suministro de energía eléctrica.

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la empresa constructora, proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

6.5.2.2.-Suministro de agua potable.

El suministro de agua potable será a través de las conducciones habituales de suministro en la región, zona,etc...En el caso de que esto no sea posible, dispondrán de los medios necesarios que garanticen su existencia regular desde el comienzo de la obra.

6.5.2.3.-Servicios higiénicos.

Dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si fuera posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado, en caso contrario, se dispondrá de medios que faciliten su evacuación o traslado a lugares específicos destinados para ello, de modo que no se agreda al medio ambiente.

6.5.2.4.- Servidumbre y condicionantes.

No se prevén interferencias en los trabajos, puesto que si la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, de acuerdo con el artículo 3 de R.D. 1627/1997, si interviene más de una empresa en la ejecución del proyecto, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación debería ser objeto de un contrato expreso.

6.5.3.- Riesgos laborales evitables completamente.

La siguiente relación de riesgos laborales que se presentan, son considerados totalmente evitables mediante la adopción de las medidas técnicas que precisen:

- Derivados de la rotura de instalaciones existentes: Neutralización de las instalaciones existentes.
- Presencia de líneas eléctricas de alta tensión aéreas o subterráneas: Corte del fluido, apantallamiento de protección, puesta a tierra y cortocircuito de los cables.

6.5.4.- Riesgos laborales no eliminables completamente.

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La primera relación se refiere a aspectos generales que afectan a la totalidad de la obra, y las restantes, a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse.

6.5.4.1.- Toda la obra.

a) Riesgos más frecuentes:

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios a distinto nivel
- Caídas de objetos sobre operarios
- Caídas de objetos sobre terceros
- Choques o golpes contra objetos
- Fuertes vientos
- Ambientes pulvígenos
- Trabajos en condición de humedad
- Contactos eléctricos directos e indirectos
- Cuerpos extraños en los ojos
- Sobreesfuerzos

b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra
- Orden y limpieza de los lugares de trabajo
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de B.T.
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (3 - 5 m) a líneas eléctricas de A.T.

- Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)
- No permanecer en el radio de acción de las máquinas
- Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento
- Señalización de la obra (señales y carteles)
- Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia
- Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura 2m
- Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra
- Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o colindantes
- Extintor de polvo seco, de eficacia 21^a - 113B
- Evacuación de escombros
- Escaleras auxiliares
- Información específica
- Grúa parada y en posición veleta

c) Equipos de protección individual:

- Cascos de seguridad
- Calzado protector
- Ropa de trabajo
- Casquetes antirruídos
- Gafas de seguridad
- Cinturones de protección

6.5.4.2.- Movimientos de tierras.

a) Riesgos más frecuentes:

- Desplomes, hundimientos y desprendimientos del terreno
- Caídas de materiales transportados
- Caídas de operarios al vacío
- Atrapamientos y aplastamientos
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de máquinas
- Ruidos, Vibraciones
- Interferencia con instalaciones enterradas
- Electrocuciiones

b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Observación y vigilancia del terreno.
- Limpieza de bolos y viseras
- Achique de aguas
- Pasos o pasarelas

- Separación de tránsito de vehículos y operarios
- No acopiar junto al borde de la excavación
- No permanecer bajo el frente de excavación
- Barandillas en bordes de excavación (0,9 m)
- Acotar las zonas de acción de las máquinas
- Topes de retroceso para vertido y carga de vehículos

6.5.4.3.- Montaje y puesta en tensión.

6.5.4.3.1- Descarga y montaje de elementos prefabricados.

a) Riesgos más frecuentes:

- Vuelco de la grúa.
- Atrapamientos contra objetos, elementos auxiliares o la propia carga.
- Precipitación de la carga.
- Proyección de partículas.
- Caídas de objetos.
- Contacto eléctrico.
- Sobreesfuerzos.
- Quemaduras o ruidos de la maquinaria.
- Choques o golpes.
- Viento excesivo.

b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Trayectoria de la carga señalizada y libre de obstáculos.
- Correcta disposición de los apoyos de la grúa.
- Revisión de los elementos elevadores de cargas y de sus sistemas de seguridad.
- Correcta distribución de cargas.
- Prohibición de circulación bajo cargas en suspensión.
- Trabajo dentro de los límites máximos de los elementos elevadores.
- Apantallamiento de líneas eléctricas de A.T.
- Operaciones dirigidas por el jefe de equipo.
- Flecha recogida en posición de marcha.

6.5.4.3.2.- Puesta en tensión.

a) Riesgos más frecuentes:

- Contacto eléctrico directo e indirecto en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes y quemaduras.

b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Coordinar con la empresa suministradora, definiendo las maniobras eléctricas a realizar.
- Apantallar los elementos de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Informar de la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y ubicación de los puntos en tensión más cercanos.
- Abrir con corte visible las posibles fuentes de tensión.

c) Protecciones individuales:

- Calzado de seguridad aislante.
- Herramientas de gran poder aislante.
- Guantes eléctricamente aislantes.
- Pantalla que proteja la zona facial.

6.5.5.-Trabajos laborables especiales.

En la siguiente relación no exhaustiva se tienen aquellos trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores, estando incluidos en el Anexo II del R.D. 1627/97.

- Graves caídas de altura, sepultamientos y hundimientos.
- En proximidad de líneas eléctricas de alta tensión, se debe señalizar y respetar la distancia de seguridad (5 m) y llevar el calzado de seguridad.
- Exposición a riesgo de ahogamiento por inmersión.
- Uso de explosivos.
- Montaje y desmontaje de elementos prefabricados pesados.

6.5.6.- Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria.

La obra dispondrá de los servicios higiénicos que se indican en el R.D. 1627/97 tales como vestuarios con asientos y taquillas individuales provistas de llave, lavabos con agua fría, caliente y espejo, duchas y retretes, teniendo en cuenta la utilización de los servicios higiénicos de forma no simultánea en caso de haber operarios de distintos sexos.

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá de un botiquín portátil debidamente señalizado y de fácil acceso, con los medios necesarios para los primeros auxilios en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora.

La dirección de la obra acreditará la adecuada formación del personal de la obra en materia de prevención y primeros auxilios. Así como la de un Plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y la contratación de los servicios asistenciales adecuados (Asistencia primaria y asistencia especializada)

6.5.7.- Previsiones para trabajos posteriores

El apartado 3 del artículo 6 del R.D. 1627/1997, establece que en el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

En el Proyecto de Ejecución se han especificado una serie de elementos que han sido previstos para facilitar las futuras labores de mantenimiento y reparación del edificio en condiciones de seguridad y salud, y que una vez colocados, también servirán para la seguridad durante el desarrollo de las obras.

Los elementos que se detallan a continuación son los previstos a tal fin:

- Ganchos de servicio.
- Elementos de acceso a cubierta (puertas, trampillas)
- Barandilla en cubiertas planas.
- Grúas desplazables para limpieza de fachada.
- Ganchos de ménsula (pescantes)
- Pasarelas de limpieza.

6.5.8.- Normas de seguridad aplicables en la obra.

- Ley 31/ 1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1.997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994).
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, O.M. 28-07-77, O.M. 4-07-83, en los títulos no derogados).