

ANEJO nº 08: RED DE SUMINISTRO DE ENERGIA ELÉCTRICA

1. Objeto.
2. Reglamento y disposiciones a considerar.
3. Antecedentes.
4. Procedimiento de actuación.
5. Conversión líneas aéreas de media tensión y baja tensión.
6. Red de suministro de media tensión.
 - 6.1. Descripción de la instalación.
 - 6.2. Puesta a tierra.
 - 6.3. Canalizaciones y obra civil.
 - 6.4. Condiciones Generales para cruzamientos y paralelismos.
 - 6.5. Cálculos eléctricos.
 - 6.6. Estimación de potencia.
7. Centros de reparto y transformación.
 - 7.1. Antecedentes.
 - 7.2. Descripción de la Instalación.
 - 7.3. Características generales de edificios y locales.
 - 7.4. Instalación eléctrica.
 - 7.5. Puesta a tierra.
 - 7.6. Instalaciones secundarias.
 - 7.7. Material de seguridad.
 - 7.8. Criterios de Cálculo.

8. RED DE SUMINISTRO DE BAJA TENSIÓN

- 8.1. Descripción de la instalación.
- 8.2. Empalmes y conexiones.
- 8.3. Canalización y Obra civil.
- 8.4. Condiciones generales para cruzamientos y paralelismo.
- 8.5. Cajas generales de Protección.
- 8.6. Sistemas de Protección.
- 8.7. Criterios de cálculo.
- 8.8. Estimación de cargas.
- 8.9. Cálculos eléctricos.

1.- OBJETO

El objeto del presente anexo es definir las condiciones técnicas y de ejecución, correspondientes a la red de suministro de media tensión, centros de transformación y reparto y red de distribución de baja tensión necesario para el suministro de energía eléctrica en el ámbito de actuación del Sector SAUT-3, según normativa en vigor y directrices de la compañía suministradora.

2.- REGLAMENTACIONES Y DISPOSICIONES A CONSIDERAR:

- Decreto 88/2005, de 29 de Abril, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen los procedimientos de autorización de instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica que son competencia de la Generalitat.
- 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.
- Reglamento de verificaciones y regularidad en el suministro de Energía Eléctrica. Decreto de 12 de marzo de 1954 (B.O.E. nº105, de 15 de abril) y sus modificaciones establecidas en las siguientes normas: Decreto 1005/1996, de 7 de abril, Real Decreto 724/1979, de 2 de febrero, Real Decreto 1725/1984, de 18 de julio, Real Decreto 153/1985, de 6 de febrero y Real Decreto 1075/1986, de 2 de mayo.
- Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Decreto 3151/1968, de 28 de noviembre. B.O.E. nº311, de 27/12/1968. Corregido en B.O.E. nº58 de 8/3/1969. Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales.
- Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre. B.O.E. nº288, de 1/12/1982 e Instrucciones Técnicas Complementarias. Orden Ministerial de 18 de octubre de 1984. B.O.E. nº256, de 25/10/1984.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT 01 a BT 51.
- Norma Técnica para Instalaciones de Media y Baja Tensión NT-IMBT 1400/0201/1.
- Orden de la Consellería de Industria, Comercio y Turismo de la Generalitat Valenciana, de 20 de diciembre de 1991. DOGV 7/4/1992.
- Expropiación Forzosa y Sanciones en Materia de Instalaciones Eléctricas. Ley 10/1996, de 18 de marzo. Reglamento de la Ley 10/1966 (Decreto 2619/1966, de 20 de octubre).
- Normas Particulares y de Orientación de la empresa suministradora de energía eléctrica.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA (RU).
- Código Técnico de la Edificación (CTE).

3.- ANTECEDENTES.

A la realización del proyecto se ha considerado los siguientes factores que condicionan las instalaciones proyectadas.

- Tipos de viales.
- Geometría de calles.
- Planeamiento vigente.
- Centros de transformación existentes.
- Nuevos centros de transformación.
- Situación general en cuanto a las posibilidades de suministro de energía a la zona.
- Redes existentes en la zona.
- Edificabilidad prevista.
- Otros usos: equipamientos y espacios libres.

4.- PROCEDIMIENTO DE ACTUACIÓN.

La tensión y punto de entrega de suministro a la zona a electrificar se determinarán conforme a los criterios establecidos por el 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.

Las características técnicas y la naturaleza subterránea de la infraestructura de nueva implantación se ajustarán a las reglamentaciones vigentes y a la Normativa Técnica particular de la empresa Suministradora concretándose en cada caso su aplicación de mutuo acuerdo entre el agente Urbanizador METTAS 2020 S.L y la Empresa Suministradora, a través del correspondiente convenio de electrificación firmado por ambas partes.

Para la modificación de instalaciones eléctricas en propiedad de Empresas Suministradoras existente en la zona de actuación, éstas se harán conforme a la Ley 10/1966, de 18 de marzo y su reglamento aprobado por R.D. 2619/1966, de 20 de octubre.

Basándose en la normativa vigente y normas particulares de la empresa suministradora, se calculará la previsión de potencias y nivel de tensión de suministro para cada una de las manzanas a urbanizar, procediendo a prediseñar en base a una reparcelación posible conforme el planeamiento, esta previsión se adaptará en su caso al proyecto de reparcelación de las manzanas una vez aprobado.

También se diseñará los distintos componentes de la infraestructura eléctrica necesaria, que se agruparán del siguiente modo:

- Desviación y desmontaje de las líneas aéreas de baja tensión y media tensión existentes, que será efectuada cuando se garantice al suministro eléctrico con la nueva red a realizar de suministro de energía eléctrica.
- Interconexión para enlace entre la red principal de media tensión de la Empresa Suministradora con la red de media tensión interior del programa de actuación.
- Red de media tensión interior del sector, que transcurrirá por todo el Sector de Forma subterránea, que suministrará energía eléctrica a los centros de transformación y reparto.

- Centros de transformación (cuya finalidad sea o no atender el servicio público de suministro de energía eléctrica) y reparto: número, potencia prevista y ubicación propuesta.
- Red de baja tensión que transcurrirá de forma subterránea y que alimentará a las CGP de las parcelas.
- Instalaciones de enlace.
- Supervisión del cálculo de potencias y prediseño de los distintos componentes de la infraestructura, por la oficina de la Zona de la Empresa Suministradora. Valoración estimada de la infraestructura eléctrica.

5.- CONVERSIÓN LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN.

Tras realizar consulta con la empresa suministradora y visitada la zona de actuación del SAUT – 3 se ha detectado las siguientes líneas aéreas eléctricas.

- Línea aérea de Baja tensión que da suministro de energía eléctrica a la Industria de fruta (Joam Parito) y Concesionario Renault situados junto a la carretera. La red de aérea afectaría a la zona de actuación TBE 5.1.



Línea Aérea Baja Tensión

Foto 1. Vista posterior de Industria Joan Parito y Concesionario Renault.

- Línea aérea de Baja tensión paralela a la carretera de Daya Nueva, que da suministro a diversas viviendas existentes situadas dentro de la actuación del SAUT -3, la gasolinera, Insecticidas Conesa y una vivienda fuera de la actuación.



Línea Aérea Baja Tensión

ÉCTRICA

Foto 2. Vista desde la carretera de Daya Nueva.

- Línea aérea de Media Tensión perpendicular a la carretera de Daya Nueva a la altura de la actuación TBE 2 y que suministra energía eléctrica en Media Tensión (20 KV) a un centro de transformación privado de unas industrias existentes.



Las líneas anteriormente descritas se encuentran identificadas en los documentos planos de instalaciones existentes.

Las fases de actuación por el desmontaje de las líneas aéreas será el siguiente:

1. Construcción de la nueva red de suministro de energía eléctrica proyectada formado por canalizaciones subterráneas.
2. Corte del servicio eléctrico en los circuitos aéreos tras aviso a los propietarios afectados y permisos a las empresas suministradoras, se realizaran los trabajos de conexión al tendido subterráneo y se proporcionará suministro eléctrico.
3. Comprobación del correcto funcionamiento de la instalación subterránea por la empresa suministradora.
4. Comprobada la instalación, se procederá al desmontaje del tendido aéreo, la desconexión de las cadenas de aisladores y los puentes, y el empalme de los cables.
5. Finalmente, y retirados los cables del tendido aéreo, se desmontarán los postes y torres que forman la línea eléctrica.

El desmontaje de las líneas eléctricas aéreas será realizado por empresas autorizadas y con los permisos de los afectados y empresas suministradoras.

6. RED DE SUMINISTRO DE MEDIA TENSIÓN.

Para el suministro de energía eléctrica a la zona de actuación se ha previsto la instalación de los siguientes centros de transformación:

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	POTENCIA (KVA)
CT 1	630 KVA
CT 2	250 KVA (centro de abonado)
CT 3	800 KVA (400+400)
CT 4	800 KVA (400+400)
CT 5	400 KVA
CT 6	800 KVA (400+400)
CT 7	800 KVA (400+400)

La ubicación de los Centros de Reparto y Transformación, así como el trazado de la Red de Media Tensión queda reflejada en el plano correspondiente.

6.1 Descripción de la instalación.

La actuación consistirá en la ejecución de una línea subterránea de media tensión mediante conductores de aluminio, formado por cable unipolar HEPRZ1 12/20 kV 1x240KAI+H16; cuya especificación técnica es la siguiente:

- Aislamiento, etileno-propileno de alto módulo, mediante las siglas HEPR.
- Pantalla, se indicará por la letra H.
- Cubierta exterior de poliolefina, por medio de las siglas Z1.
- Tensión nominal del cable U_o/U en kV.
- Indicaciones relativas al conductor y pantalla metálica. La cifra 1 (cable unipolar) seguida del signo x, la sección nominal del conductor en mm², la letra K (forma circular compacta) y el símbolo Al seguido del signo + y la sección de la pantalla en mm², precedida de la letra H.

Los conductores vendrán ensayados de fábrica para una tensión de prueba entre fases, durante 15 minutos, de 60 kV.

La línea de media tensión proyectada suministrará energía eléctrica a los centros de transformación y reparto proyectados, su distribución será en anillo garantizando de esta manera el suministro eléctrico desde dos caminos eléctricos diferentes.

La línea eléctrica transcurrirá en canalizaciones entubadas bajo zanja que irán situadas en la franja del terreno de dominio público que corresponda según la Ordenanza del Subsuelo, si bajo aceras y/o calzadas (cruce), procurando que el trazado sea lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos.

Los tubos para cables de energía serán de polietileno de alta densidad, con estructura de doble pared (PE-AD), presentando una superficie interior lisa para facilitar el tendido de los cables por el interior de los mismos y otra exterior corrugada uniforme, sin deformaciones acusadas.

El tubo normalizado a instalar es de diámetro 160, que permiten albergar una terna de cables correspondientes al circuito trifásico normalizado de mayor sección y aislamiento nominal, con una ocupación máxima del orden del 35% que, según práctica habitual en este tipo de

instalación, se considera idónea para facilitar el tendido de los cables por el interior de los tubos.

Los empleados en canalizaciones subterráneas para cables de telecontrol serán así mismo de polietileno de alta densidad, flexibles, tipo tritubo formado por tres tubos de iguales dimensiones, dispuestos paralelamente en un plano y unidos entre sí por una membrana. En su colocación los tres tubos estarán alineados en posición

6.2 Puesta a tierra.

En los extremos de las líneas subterráneas se colocará un dispositivo que permita poner a tierra los cables en caso de trabajos o reparación de averías, con el fin de evitar posibles accidentes originados por exigencias de cargas de capacidad. Las cubiertas metálicas y las pantallas de las mismas estarán también puestas a tierra.

6.3 Canalizaciones Y Obra Civil.

Las disposiciones de los tubos en las zanjas serán las establecidas en los planos de detalle situado en el documento plano que corresponde con la norma particular ET 5012 de la empresa suministradora HidroCantábrico Distribución Eléctrica S.A.U. Las dimensiones de las zanjas estarán en función del número de tubos a depositar.

Al objeto de facilitar el tendido de cables, en las canalizaciones longitudinales (alineación) se instalarán arquetas cada 100 m aproximadamente para las canalizaciones sólo de M.T. y cada 40 mts para canalizaciones mixtas de B.T y M.T, así como en los cambios de dirección y extremos de cruzamientos.

Dichas arquetas, dependiendo de su ubicación en el terreno (acera o calzada), serán registrables, estando dotadas en su parte superior de los marcos y tapas reseñados en los planos de detalle de arquetas.

Los cruces de vías públicas o privadas, con carácter general y siempre que sea posible, se efectuarán perpendicularmente al eje del vial, evitando curvas en su recorrido y colocándose los cables en tubulares hormigonadas en toda su longitud y profundidad hasta el pavimento situado en la parte superior de la zanja.

Con carácter general en la capa de zahorra o tierra apisonada, por encima de los cables se colocará una cinta de señalización que advierta la existencia de cables eléctricos, a una distancia mínima al suelo de **0,10 m** y a **0,30 m** de la parte superior del cable M.T., excepto en cruces de Ctra. Nacional que irá en la transición de las capas de hormigón y escoria de horno alto.

En cruzamientos de calles y Ctra. Regional, Comarcal o Local, dado que no coexiste capa de zahorra o tierra, al ser hormigonados en toda su profundidad, no tiene sentido su colocación. La cinta de señalización, fabricada en polietileno de color amarillo, será de 15 cm de ancho y leyenda impresa.

¡ATENCIÓN DEBAJO HAY CABLES ELÉCTRICOS! y la señal de **RIESGO ELÉCTRICO**.

Las zanjas en aceras y calzadas pavimentadas, en general, se rellenarán con zahorra o material similar en tongadas de 15 cm, compactadas hasta una densidad del 95% del "Ensayo Proctor" en calzadas y del 90% en aceras.

Para zanjas en zonas sin pavimentar, es decir en tierra, se utilizará como material de relleno tierra apisonada procedente de la excavación convenientemente apisonada.

El tapado de la zanja se hará por capas sucesivas de 0,15 m de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas si fuese necesario, con el fin de que el terreno quede suficientemente consolidado.

Los tipos de canalización subterránea, se detallan en los apartados siguientes:

- **Canalización Bajo zanja en acera:** Capa inferior hormigón **HM-D-200/B/20/I** de **0,3 m** para canalización con 2 tubos y de **0,5 m** para canalización con 4 ó 6 tubos. A continuación capa de zahorra, colocándose en ella las cintas de señalización, una por cada tubo, seguida de una capa de refuerzo de hormigón **HM-20/B/40/I** de espesor **0,1 m** y finalmente la reposición del pavimento
- **Canalización Bajo zanja en calzada:** Capa inferior hormigón **HM-D-200/B/20/I** de **0,3 m** para canalización con 2 tubos y de **0,5 m** para canalización con 4 ó 6 tubos. A continuación capa de zahorra, colocándose en ella las cintas de señalización, una por cada tubo, seguida de una capa de refuerzo de hormigón **HM-20/B/40/I** de espesor **0,3 m** y finalmente la reposición del pavimento.
- **Canalización Bajo Zanja en cruzamiento calle - carretera Regional, Comarcal y Local:** Tubos hormigonados, con hormigón **HM-20/B/20/I**, hasta la parte superior de la zanja. A continuación reposición del pavimento.

6.4 Condiciones generales para cruzamientos y paralelismo.

Los cables subterráneos deberán de cumplir, los requisitos señalados en el presente apartado y las condiciones que pudieran imponer otros Organismos Competentes, como consecuencia de disposiciones legales, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos.

Cruzamientos

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

- **Calles y carreteras:** Los cables se colocarán en tubulares hormigonadas en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,8 m los de B.T. y 1 m los de M.T., procurando, siempre que sea posible, que el cruce se haga perpendicular al eje del vial.
- **Otros conductores de energía eléctrica:** Dado que los cables van siempre canalizados en el interior de tubos recubiertos de hormigón, la distancia entre un cable de energía eléctrica de B.T. ó M.T. y otros cables de energía eléctrica podrá ser inferior a 0,20 ó 0,25 m, respectivamente, y la correspondiente del punto de cruce a los empalmes podrá ser inferior a 1 m, que son las mínimas a prever en el caso de cables subterráneos enterrados directamente en el terreno.
- **Cables de telecontrol:** Dado que los cables van siempre canalizados en el interior de tubos recubiertos de hormigón, la distancia entre los cables de energía eléctrica y los de telecontrol podrá ser inferior a 0,25 m.
- **Canalizaciones de agua:** La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m para B.T. y 0,25 m para M.T.; se evitará el

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

Cuando, en casos excepcionales, no puedan mantenerse las distancias mencionadas, éstas podrán reducirse, ya que los cables de energía van siempre canalizados por el interior de tubos recubiertos de hormigón.

- **Conducciones de alcantarillado:** Se procurará pasar los cables de M.T. por encima de las conducciones de alcantarillado.

Paralelismo

Los cables subterráneos 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 conductores de energía eléctrica:** Los cables subterráneos de B.T y M.T., canalizados en el interior de tubos recubiertos de hormigón, podrán instalarse paralelamente a otros de baja o media tensión, manteniendo entre ellos una distancia inferior a 0,20 m para B.T. y 0,25 m para M.T.
- **Cables de telecontrol:** La distancia entre los cables de energía eléctrica, canalizados en el interior de tubos recubiertos de hormigón, y los de telecontrol podrá ser inferior a 0,25 m.
- **Canalizaciones de agua:** La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m para B.T. y 0,25 m. para M.T. y la correspondiente entre los empalmes de los cables de energía M.T. y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m.

Cuando, en casos excepcionales, no puedan mantenerse las distancias mencionadas, éstas podrán reducirse, ya que los cables de energía van siempre canalizados por el interior de tubos recubiertos de hormigón.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,25 m en proyección horizontal, y también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico de M.T.

6.5 Cálculos eléctricos.

La capacidad de transporte de la línea estará en función de la carga máxima que soporta la misma.

En nuestro caso se cuenta con un conductor unipolar de aislamiento seco, de Aluminio, con sección de 240 mm², enterrado en un mismo tubo, se considera conforme empresa distribuidora que la intensidad máxima admisible es de 348 A, la capacidad de transporte será:

$$C (240 \text{ mm}^2) = \sqrt{3} \times 20 \times 348 \text{ A} = 12.055,07 \text{ kVA.}$$

6.6 Estimación de potencias.

Debido a que no se conoce las potencias demandadas de las industrias o comercios a instalar en las manzanas se ha realizado una estimación de las potencias por m² conforme se establece en la ITC-BT-10 y norma particular MT 2.03.20 de la compañía suministradora Iberdrola.

En el planeamiento del Sector SAUT-3 establece que este es de carácter TERCIARIO pero permitido para usos INDUSTRIALES que no podrán exceder del 40 % del techo total del sector.

Además hay que considerar que se disponen de industrias y comercios que se encuentran consolidados dentro del sector, ocupando una superficie donde no se podrá construir nuevas industrias o comercios.

A la hora de la estimación de la potencia se ha considerado la situación más desfavorable para el sector que sería la implantación del 40% de Usos Industrial para suelo de nueva construcción.

Las necesidades de potencia previstas para la zona de actuación vienen determinadas como consecuencia de los siguientes consumos:

- **Potencia requerida para uso TERCIARIO.** A la superficie destinada a uso TERCIARIO está estimada, en 30.338,78 m², se le asigna un ratio de 100 W/ m² conforme ITC-BT-10 y normas particulares de la empresa Suministradora, obteniendo una potencia bruta de 3.142,79 KW
- **Potencia requerida para uso INDUSTRIAL.** A la superficie destinada a uso INDUSTRIAL está estimada, en 20.223,85 m², se le asigna un ratio de 125 W/ m² conforme ITC-BT-10 y normas particulares de la empresa Suministradora, obteniendo una potencia bruta de 2.618,74 KW.
- **Potencia requerida para INDUSTRIAS y COMERCIOS CONSOLIDADOS.** La potencia necesarias máximas según el tipo de industria o comercio consolidado son los siguientes, que en ningún caso será inferior a los 50 KW.
 - **Estación de servicio:** Situado en la manzana TBE 1 ocupando una superficie del sector aproximado de 4.236,18 m², se le prevé una potencia máxima demandada de 50 KW.
 - **Industria situada en la manzana TBE-2:** Ocupando una superficie del sector aproximado de 11.889,60 m², se le prevé una potencia máxima demandada de 225 KW. Este conjunto de industrias se le alimentará directamente con el anillo de media tensión al transformador privado propio.
 - **Exportaciones Joan Parito:** Ocupando una superficie del sector aproximado de 4.969,81 m², se le prevé una potencia máxima demandada de 75 KW.
 - **Concesionario Renault:** Ocupando una superficie del sector aproximado de 3.465,85 m², se le prevé una potencia máxima demandada de 50 KW.
- **Potencia iluminación VIALES y zonas VERDES.** El espacio destinado a viales es de 41.556,58 m² y el destinado a zonas verdes iluminadas de 13.031,35 m². Asignándole un ratio de 2 W/m² en viales y de 1 W/m² en zonas verdes. Se obtiene una potencia bruta prevista de 96,14 KW.

Así pues la previsión de **potencia bruta** necesaria para alimentación en baja tensión de la zona de actuación será la suma de las anteriores, resultando ésta **6.257,67 KW** aproximadamente. Considerando unos coeficientes de simultaneidad de 0,5 en industrial, 0,6 en Terciario, 1 en industrias consolidadas y 1,0 en viales y zonas verdes, y un factor de

potencia para el conjunto de la instalación de 0,9 obtenemos una **potencia aparente** necesaria de **4101,32 KVA**.

USO	Superficie suelo m2	Coef. Edificabilidad	Superficie Edificable (m2)	Electrif. (W/m2) ITC-BT-10	Potencia Bruta (Kw)	Coef. Simul	Potencia Útil KVA en CT
INDUSTRIAL	20.223,85	1,0359	20949,886	125	2618,74	0,5	1454,85
TERCIARIO	30.338,78	1,0359	31427,942	100	3142,79	0,6	2095,20
ESTACIÓN DE SERVICIO	4.236,18	-	-	-	50,00	1	55,56
INDUSTRIAS MANZANA TBE -2	11.889,60	-	-	-	225,00	1	250,00
EXPORTACIONES JOAM PARITO	4.969,81	-	-	-	75,00	1	83,33
CONCESIONARIO	3.465,85	-	-	-	50,00	1	55,56
VIALES	41.556,58	-	-	2	83,11	1	92,35
ZONAS VERDES	13.031,35	-	-	1	13,03	1	14,48
TOTALES	129.712,00				6257,67		4101,32

Tabla Resumen de la Estimación de Potencias.

Como se establece en el apartado 1.5 de este documento se ha previsto la instalación de siete **centros de transformación** suministrando una potencia total al sector de **4.480 KVA** que corresponde un porcentaje de uso del **91,54 %** en las situaciones más desfavorable de uso.

La potencia a suministrar por la compañía suministradora será:

$$PLM = K \times PCT = 0,85 \times 4101,32 = 3.486,12 \text{ kVA}$$

PLM = Potencia de influencia sobre la red de media tensión de la compañía suministradora.

K = Coeficiente de valor igual a 0,85. Según norma MT 2.03.20.

PCT = Potencia en centros de transformación.

7.- CENTRO DE REPARTO Y TRANSFORMACIÓN.

7.1 Antecedentes.

El objeto de este apartado es establecer las especificaciones que deben cumplir los transformadores trifásicos de potencia para la distribución de la energía eléctrica en baja tensión, a instalar en las redes de distribución de Hidrocantábrico Distribución Eléctrica, S.A.U.

7.2 Descripción de la instalación.

La actuación consistirá en la ejecución de siete Centros de Transformación con las siguientes características:

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	POTENCIA (KVA)
CT 1	630 KVA
CT 2	250 KVA (centro Privado)
CT 3	800 KVA (400+400)
CT 4	800 KVA (400+400)
CT 5	400 KVA
CT 6	800 KVA (400+400)
CT 7	800 KVA (400+400)

Desde los centros de transformación partirán, en modo subterráneo, las líneas de baja tensión que se irán distribuyendo hacia sus puntos de consumo asignados. Estas líneas configurarán la Red Primaria que desde los Centros de Transformación irán acometiendo a cada CGP proyectada.

Los Centros de Transformación serán de tipo compañía, que tienen la misión de suministrar energía, sin necesidad de medición de la misma.

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

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

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

7.3 Características generales de edificios y locales.

Los edificios proyectados para la instalación de los transformadores es modelo PF de la casa ORMAZABAL.

Los Centros de Transformación PF, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), están formados por distintos elementos prefabricados de hormigón, que se ensamblan en obra para constituir un edificio, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la apartamenta de MT hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de Control e interconexiones entre los diversos elementos.

Estos Centros de Transformación pueden ser fácilmente transportados para ser instalados en lugares de difícil acceso gracias a su estructura modular.

La fabricación seriada de todos los elementos empleados en la construcción y el Sistema de Calidad de ORMAZABAL garantizan una calidad uniforme en todos los Centros de Transformación.

- Envoltente.

Los paneles que forman la envoltente están compuestos por hormigón armado vibrado y tienen las inserciones necesarias para su manipulación.

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.

El transformador va ubicado sobre una "Meseta de Transformador" diseñada específicamente para distribuir el peso del mismo uniformemente sobre la placa base y recoger el volumen de líquido refrigerante del transformador ante un eventual derrame.

La placa base está formada por una losa de forma rectangular con una serie de bordes elevados, que se une en sus extremos con las paredes. En su perímetro se sitúan los orificios de paso de 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.

- Placa piso.

Sobre la placa base, y a una altura de unos 500 mm, se sitúa la placa piso, que se apoya en un resalte interior de las paredes, permitiendo este espacio el paso de cables de MT y BT, a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

- Accesos.

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

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

- Ventilación.

Las rejillas de ventilación 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, e interiormente se complementa con una rejilla con malla mosquitera.

- Acabado.

El acabado de las superficies exteriores se efectúa en piedra vista.

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

- Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación

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

- Dimensiones casetas de hormigón prefabricado para alojamientos de dos transformadores. **(Centro de Transformación: CT1, CT4, CT6 y CT7).**

Edificio de Transformación: PF-2030.

Nº de transformadores: 2 (El CT1 dispondrá 1 transformador más la previsión del hueco para otro transformador).

Tipo de ventilación: Normal

Puertas de acceso peatón: 2 Puertas

Dimensiones exteriores

Longitud: 7240 mm

Fondo: 2620 mm

Altura: 3200 mm

Altura vista: 2600 mm

Peso: 23550 kg

Dimensiones interiores

Longitud: 7080 mm

Fondo: 2460 mm

Altura: 2900 mm

Dimensiones de la excavación

Longitud: 8040 mm

Fondo: 3420 mm

Profundidad: 650 mm

- Dimensiones casetas de hormigón prefabricado para alojamientos de dos transformadores y centro de Reparto. **Centro de transformación y reparto CT3.**

Edificio de Transformación: PF-204

Nº de transformadores: 2

Tipo de ventilación: Normal

Puertas de acceso peatón: 1 puerta

Dimensiones exteriores

Longitud: 9600 mm.

Fondo: 2620 mm.

Altura: 3195 mm.

Altura vista: 2595 mm.

Peso: 30850 kg.

Dimensiones interiores

Longitud: 9440 mm

Fondo: 2460 mm

Altura: 2285 mm

Dimensiones de la excavación

Longitud: 10400 mm

Fondo: 3420 mm

Profundidad: 700 mm.

- Dimensiones casetas de hormigón prefabricado para alojamientos de un transformador: Transformador CT5.

Edificio de Transformación: PF-202.

Nº de transformadores: 1

Tipo de ventilación: Normal

Puertas de acceso peatón: 1 puerta

Dimensiones exteriores

Longitud: 4880 mm

Fondo: 2620 mm

Altura: 3195 mm

Altura vista: 2595 mm

Peso: 17100 kg

Dimensiones interiores

Longitud: 4720 mm

Fondo: 2460 mm

Altura: 2285 mm

Dimensiones de la excavación

Longitud: 5680 mm

Fondo: 3420 mm

Profundidad: 700 mm

El transformador CT 2 es de carácter privado, ya existente.

7.4 Instalación eléctrica.

Características de la Red de Alimentación

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

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

Características de la Aparamenta de Media Tensión

- Celdas TIPO **CGMcosmos** de la casa Ormazabal o similar.

Las celdas CGMcosmos forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para MT, con aislamiento y corte en gas, cuyos 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.).

Las partes que componen estas celdas son:

- Base y frente

La base soporta todos los elementos que integran la celda. La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantizan la indeformabilidad y resistencia a la corrosión de esta base. La altura y diseño de esta base permite el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso (para la altura de 1740 mm), y facilita la conexión de los cables frontales de acometida.

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.

- 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 más de 30 años, 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.

En su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puesta a tierra, tubos portafusible).

- Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

El interruptor disponible en el sistema CGMcosmos tiene 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.

- 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:

1. 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.
2. 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

Frecuencia industrial (1 min)

A tierra y entre fases : 50 kV

A la distancia de seccionamiento : 60 kV

Impulso tipo rayo

A tierra y entre fases : 125 kV

A la distancia de seccionamiento: 145 kV

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

Características de la Aparata de Baja Tensión

- **Característica de las celdas de Entrada / Salida de Media Tensión:** Las celdas proyectadas son la **CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador** de la marca Ormazabal o similar. Sus características técnicas son las siguientes:

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

La celda CML 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 para la detección de tensión en los cables de acometida.

- **Características de las celdas de Protección para los transformadores:** Las celdas proyectadas son la CGMCOSMOS-P Protección fusibles de la marca Ormazabal o similar. Sus características técnicas son las siguientes:

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 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 : **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 según tipo de transformador a instalar 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.

Características Descriptivas de los cuadros de Baja Tensión.

Los proyectados son los **Cuadros Baja Tensión UNESA** o similar de 4 salidas por transformador, en el caso de necesitar más salidas se instalará un módulo de extensionamiento de 4.

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), 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 de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor de chapa blanca, en el que se distinguen las siguientes zonas:

- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares

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

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

- Zona de salidas

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida, que son 4. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

Incorpora además un interruptor de BT de corte en carga tetrapolar de intensidad nominal de 1600 A.

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.

Puentes MT con Transformador : Cables MT 12/20 kV

Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK.

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K-152.

- **Puentes BT - B Transformador : 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 siguiente cantidades según la potencia del centro de transformación.

- Centro de Transformación de 630 KVA se utilizará cable de CU 3x150+2x150 por fase.
- Centro de Transformación de 400 KVA se utilizará cable de CU 2x150+150 por fase.
- Centro de Transformación de 250 KVA se utilizará cable de CU 1X150+150.

- **Protección física del transformador.**

Protección metálica para defensa del transformador.

- **Equipos de iluminación:**

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros. La iluminación a instalar será de 3 pantallas fluorescentes de 2x36 W para los CT's de dos máquinas y 2 para los de 1.

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

- **Unidades de Protección, Automatismos y Control:**

Los centros de transformadores dispondrán de un sistema de telemando supervisión y control función de línea, compuesta de un relé electrónico y sensores de intensidad. Totalmente comunicable, dialoga con la unidad remota para las funciones de telecontrol y dispone de capacidad de mando local.

Procesan las medidas de intensidad y tensión, sin necesidad de convertidores auxiliares, eliminando la influencia de fenómenos transitorios, y calculan las magnitudes necesarias para realizar las funciones de detección de sobreintensidad, presencia y ausencia de tensión, paso de falta direccional o no, etc.

Al mismo tiempo determinan los valores eficaces de la intensidad que informan del valor instantáneo de dichos parámetros de la instalación. Disponen de display y teclado para visualizar, ajustar y operar de manera local la unidad, así como puertos de comunicación para poderlo hacer también mediante un ordenador, bien sea de forma local o remota. Los protocolos de comunicación estándar que se implementan en todos los equipos son MODBUS en modo transmisión RTU (binario) y PROCOME, pudiéndose implementar otros protocolos específicos dependiendo de la aplicación.

Las celdas de protección no deberán estar equipadas con UPC ni toroidales ni motor.

Protocolo de comunicación MODBUS.

Las UCPs estarán ubicadas en el frente de cabina o en un armario independiente de las cabinas.

La UCP de cada celda de línea dispondrá de la función de detección de paso de falta.

La TMD irá ubicada en el cuadro de servicios auxiliares. Medidas mínimas 1200x800x400, según esquemas y elementos a telemandar, previendo espacio para 3 futuras unidades a ampliar.

1.6.5 PUESTA A TIERRA

- **Tierra de protección**

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

- **Tierra de servicio**

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

7.7 Instalaciones secundarias.

- **Alumbrado**

El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, 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. La iluminación necesaria será de 3 pantallas fluorescentes de 2x36 W para los CT's de dos máquinas y 2 para los de 1.

- **Ventilación.**

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

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

7.7 Material de seguridad.

- **Protección contra incendios**

Según la MIE-RAT 14 en aquellas instalaciones con transformadores o aparatos cuyo dieléctrico sea inflamable o combustible de punto de inflamación inferior a 300°C con un volumen unitario superior a 600 litros o que en conjunto sobrepasen los 2400 litros deberá disponerse un sistema fijo de extinción automático adecuado para este tipo de instalaciones, tal como el halón o CO₂.

Como en este caso ni el volumen unitario de cada transformador (ver apartado 1.1.6) ni el volumen total de dieléctrico, que es de 290 litros superan los valores establecidos por la norma, se incluirá un extintor de eficacia 89B. Este extintor deberá colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de la misma.

Si existe un personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de varias instalaciones que no dispongan de personal fijo, este personal itinerante deberá llevar, como mínimo, en sus vehículos dos extintores de eficacia 89 B, no siendo preciso en este caso la existencia de extintores en los recintos que estén bajo su vigilancia y control.

- **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.

7.8 Criterios de cálculo.

Parámetro de cálculo.

- **Intensidad de Media Tensión.**

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

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

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.

RESULTADOS.

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	Intensidad del Primario (A).
CT 1 (630 KVA)	18,20 A
CT 3 (800 KVA : 400+400)	23,12 A
CT 4 (800 KVA : 400+400)	23,12 A
CT 5 (400 KVA)	11,56 A
CT 6 (800 KVA : 400+400)	23,12 A
CT 7 (800 KVA : 400+400)	23,12 A

• **Intensidad de Baja Tensión**

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

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

Donde:

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

RESULTADOS.

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	Intensidad del Secundario (A).
CT 1 (630 KVA)	866,00 A
CT 3 (800 KVA : 400+400)	1.101,01 A
CT 4 (800 KVA : 400+400)	1.101,01 A
CT 5 (400 KVA)	550,05 A
CT 6 (800 KVA : 400+400)	1.101,01 A
CT 7 (800 KVA : 400+400)	1.101,01 A

• **Cortocircuitos**

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.

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

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

donde:

- S_{cc} potencia de cortocircuito de la red [350 MVA]
- U_p tensión de servicio [kV]
- I_{ccp} corriente de cortocircuito [kA]

Utilizando la expresión, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito en el primario de los centros de transformación es:

I_{ccp} = 10,1 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:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s}$$

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]

RESULTADOS.

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	I _{ccs} (A).
CT 1 (630 KVA)	21,7 kA
CT 3 (800 KVA : 400+400)	13,74 kA / 13,74 kA
CT 4 (800 KVA : 400+400)	13,74 kA / 13,74 kA
CT 5 (400 KVA)	13,74 kA
CT 6 (800 KVA : 400+400)	13,74 kA / 13,74 kA
CT 7 (800 KVA : 400+400)	13,74 kA / 13,74 kA

- **Protección contra sobrecargas y cortocircuitos**

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

Transformador

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

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

Los fusibles se seleccionan para:

- * Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- * No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.

- * No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador. La intensidad nominal de estos fusibles es de 40 A.

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

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.

- **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, es decir que la Intensidad Admisible > Intensidad de demandada.

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

- **Investigación de las características del suelo**

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

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

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

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

De la red:

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

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

○ **Diseño preliminar de la instalación de tierra**

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

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

Características de la red de alimentación:

Tensión de servicio: $U_r = 20 \text{ kV}$

Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 500 \text{ A}$

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:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt}$$

Donde:

I_d intensidad de falta a tierra [A]

R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

V_{bt} tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm}$$

Donde:

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

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:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o}$$

Donde:

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

RESULTADO DE CONFIGURACIONES DE TOMAS A TIERRA A REALIZAR CONFORME RECOMENDACIONES UNESA.

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	Configuración Toma Tierra
CT 1	80-30/5/42
CT 3	5/62
CT 4	70/25/5/42
CT 5	50-30/5/42
CT 6	70/25/5/42
CT 7	70/25/5/42

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.

• **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:

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

donde:

- R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
- I'_d intensidad de defecto [A]
- D distancia mínima de separación [m]

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.

RESULTADO DE CONFIGURACIONES DE TOMAS A TIERRA PARA SERVICIO A TIERRA.

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	Configuración Toma Tierra
CT 1	8/22
CT 3	8/22
CT 4	8/22
CT 5	8/22
CT 6	8/22
CT 7	8/22

8.- RED DE SUMINISTRO DE BAJA TENSIÓN.

Para el suministro en baja tensión a las distintas cajas generales de protección se ha previsto una serie de líneas de baja tensión, las cuales partirán de los cuadros de distribución emplazados en los centros de transformación y discurrirán mediante conductor aislado dispuesto en canalizaciones enterradas.

El proyecto de reparcelación del sector no ha sido todavía aprobado por lo que para el desarrollo de este proyecto de Urbanización se ha establecido una hipotética división de las manzanas resultando un total 54 CGP, en todo caso esta reparcelación deberá adecuarse en un futuro al proyecto de reparcelación. El número de líneas estimadas por cada transformador

queda reflejado en el apartado de cálculos y en el plano correspondiente. La elección del cable se ha hecho en base a la máxima capacidad de transporte de energía y a la máxima caída de tensión admisible del 5%.

La distribución será trifásica con neutro a la tensión de 400/230 V. La sección de los conductores será constante a lo largo de toda su longitud.

Se utilizarán cables con aislamiento de dieléctrico seco, tipo RV según ET 5017 de las siguientes características:

Cable Tipo:	RV
Conductor:	Aluminio.
Secciones:	50-95-150 y 240 mm ² .
Tensión asignada:	0,6/1 kV.
Aislamiento:	Polietileno reticulado.
Cubierta:	PVC.
Categoría de resistencia al incendio:	UNE EN 60332-1-2.

8.1 Descripción de la Instalación.

La actuación consistirá en la ejecución de las líneas subterráneas de baja tensión mediante conductor de aluminio unipolar aislado para la tensión de 1.000 V, en instalación en canalización entubada, para dar suministro a las parcelas.

Los circuitos partirán desde el cuadro de baja tensión existente en los Centros de Transformación proyectados, que serán propiedad de la Cía. Suministradora de Energía.

La canalización se realizará con entibado, limpieza, perfilado y colocación sobre lecho de arena compactada más relleno de arena.

La red eléctrica, en su recorrido, sólo afectará a terrenos de dominio público.

Las líneas estarán formadas por cable unipolar del tipo subterráneo de tensión de aislamiento 0,6/1 kV, conductor de aluminio de sección 3x240+1x150 mm² Al, con aislamiento seco termoestable de polietileno reticulado (RV) y cubierta de PVC de color negro, según Recomendación UNESA 3304.

Como puente de unión entre el centro de transformación y baja tensión se utilizará cable de Cu de 150 mm².

8.2 Empalmes y conexiones.

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, etc.).

Un método apropiado para la realización de empalmes y conexiones puede ser mediante el empleo de tenaza hidráulica y la aplicación de un revestimiento a base de cinta vulcanizable.

8.3 Canalización y obra civil

Las disposiciones de los tubos en las zanjas serán las establecidas en los planos de detalle correspondiente. Las dimensiones de las zanjas estarán en función del número de tubos a depositar.

Al objeto de facilitar el tendido de cables, en las canalizaciones longitudinales (alineación) se cada 40 mts para canalizaciones mixtas de B.T y M.T, así como en los cambios de dirección y extremos de cruzamientos.

Dichas arquetas, dependiendo de su ubicación en el terreno (acera o calzada), serán registrables, estando dotadas en su parte superior de los marcos y tapas reseñados en los planos de detalle de arquetas.

Los cruces de vías públicas o privadas, con carácter general y siempre que sea posible, se efectuarán perpendicularmente al eje del vial, evitando curvas en su recorrido y colocándose los cables en tubulares hormigonadas en toda su longitud y profundidad hasta el pavimento situado en la parte superior de la zanja.

Con carácter general en la capa de zahorra o tierra apisonada, por encima de los cables se colocará una cinta de señalización que advierta la existencia de cables eléctricos, a una distancia mínima al suelo de **0,10 m** y a **0,30 m** de la parte superior del cable B.T.

En cruzamientos de calles y Ctra. Regional, Comarcal o Local, dado que no coexiste capa de zahorra o tierra, al ser hormigonados en toda su profundidad, no tiene sentido su colocación.

La cinta de señalización, fabricada en polietileno de color amarillo, será de 15 cm de ancho y leyenda impresa.

¡ATENCIÓN DEBAJO HAY CABLES ELÉCTRICOS! y la señal de **RIESGO ELÉCTRICO**.

Las zanjas en aceras y calzadas pavimentadas, en general, se rellenarán con zahorra o material similar en tongadas de 15 cm, compactadas hasta una densidad del 95% del "Ensayo Proctor" en calzadas y del 90% en aceras.

Para zanjas en zonas sin pavimentar, es decir en tierra, se utilizará como material de relleno tierra apisonada procedente de la excavación convenientemente apisonada.

El tapado de la zanja se hará por capas sucesivas de 0,15 m de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas si fuese necesario, con el fin de que el terreno quede suficientemente consolidado.

Los tipos de canalización subterránea, se detallan en los apartados siguientes:

- **Canalización Bajo zanja en acera:** Capa inferior hormigón **HM-D-200/B/20/I** de **0,3 m** para canalización con 2 tubos y de **0,5 m** para canalización con 4 ó 6 tubos. A continuación capa de zahorra, colocándose en ella las cintas de señalización, una por cada tubo, seguida de una capa de refuerzo de hormigón **HM-20/B/40/I** de espesor **0,1 m** y finalmente la reposición del pavimento
- **Canalización Bajo zanja en calzada:** Capa inferior hormigón **HM-D-200/B/20/I** de **0,3 m** para canalización con 2 tubos y de **0,5 m** para canalización con 4 ó 6 tubos. A continuación capa de zahorra, colocándose en ella las cintas de señalización, una por cada tubo, seguida de una capa de refuerzo de hormigón **HM-20/B/40/I** de espesor **0,3 m** y finalmente la reposición del pavimento.
- **Canalización Bajo Zanja en cruzamiento calle - carretera Regional, Comarcal y Local:** Tubos hormigonados, con hormigón **HM-20/B/20/I**, hasta la parte superior de la zanja. A continuación reposición del pavimento.

8.4 Condiciones generales para cruzamientos y paralelismo.

Los cables subterráneos deberán de cumplir, los requisitos señalados en el presente apartado y las condiciones que pudieran imponer otros Organismos Competentes, como consecuencia de disposiciones legales, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos.

Cruzamientos

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

- **Calles y carreteras:** Los cables se colocarán en tubulares hormigonadas en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,8 m los de B.T. y 1 m los de M.T., procurando, siempre que sea posible, que el cruce se haga perpendicular al eje del vial.
- **Otros conductores de energía eléctrica:** Dado que los cables van siempre canalizados en el interior de tubos recubiertos de hormigón, la distancia entre un cable de energía eléctrica de B.T. ó M.T. y otros cables de energía eléctrica podrá ser inferior a 0,20 ó 0,25 m, respectivamente, y la correspondiente del punto de cruce a los empalmes podrá ser inferior a 1 m, que son las mínimas a prever en el caso de cables subterráneos enterrados directamente en el terreno.
- **Cables de telecontrol:** Dado que los cables van siempre canalizados en el interior de tubos recubiertos de hormigón, la distancia entre los cables de energía eléctrica y los de telecontrol podrá ser inferior a 0,25 m.
- **Canalizaciones de agua:** La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m para B.T. y 0,25 m para M.T.; se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m del cruce. Cuando, en casos excepcionales, no puedan mantenerse las distancias mencionadas, éstas podrán reducirse, ya que los cables de energía van siempre canalizados por el interior de tubos recubiertos de hormigón.
- **Conducciones de alcantarillado:** Se procurará pasar los cables de M.T. por encima de las conducciones de alcantarillado.

Paralelismo

Los cables subterráneos 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 conductores de energía eléctrica:** Los cables subterráneos de B.T y M.T., canalizados en el interior de tubos recubiertos de hormigón, podrán instalarse paralelamente a otros de baja o media tensión, manteniendo entre ellos una distancia inferior a 0,20 m para B.T. y 0,25 m para M.T.
- **Cables de telecontrol:** La distancia entre los cables de energía eléctrica, canalizados en el interior de tubos recubiertos de hormigón, y los de telecontrol podrá ser inferior a 0,25 m.

- **Canalizaciones de agua:** La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m para B.T. y 0,25 m. para M.T. y la correspondiente entre los empalmes de los cables de energía M.T. y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m.

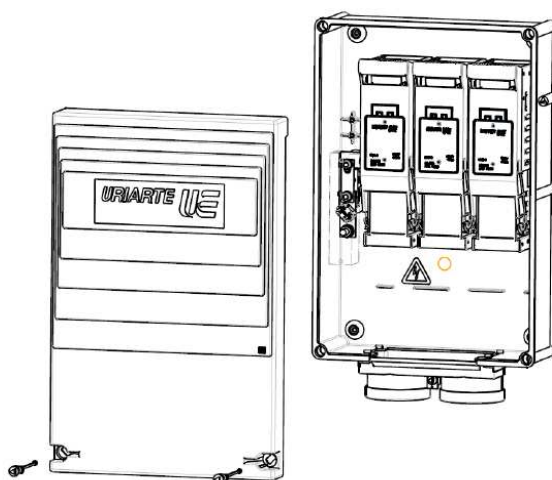
Cuando, en casos excepcionales, no puedan mantenerse las distancias mencionadas, éstas podrán reducirse, ya que los cables de energía van siempre canalizados por el interior de tubos recubiertos de hormigón.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,25 m en proyección horizontal, y también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico de M.T.

8.5 Cajas generales de protección.

Las cajas de protección y medida serán de material aislante de clase A, resistentes a los álcalis, autoextinguibles y precintables. La envolvente deberá disponer de ventilación interna para evitar condensaciones. Tendrán como mínimo en posición de servicio un grado de protección IP-433.

Se instalarán Cajas de Protección y Medidas homologadas por la compañía suministradora. Se prevé la instalación de 58 CGP durante la ejecución del proyecto de urbanización. El tipo de CGP será de esquema 10 de la marca URIARTE o similar con protección de fusibles de 400 A.



La identificación de la CGP en la urbanización será realizada Mediante 7 dígitos: AABBCcd, donde AA es el nº de CT, BB el de línea, CC el nº de orden de la CGP (siendo la primera la+ próx al CT y d, toma el valor de A cuando la línea esté abierta y C cerrada. Si le llegan dos líneas, la CGP tendrá dos nºs de 7 dígitos.

8.6 Sistemas de protección.

En primer lugar, la red de distribución en baja tensión estará protegida contra los efectos de las sobrecargas que puedan presentarse en la misma (ITC-BT-22), por lo tanto se utilizarán los siguientes sistemas de protección:

- Protección a sobrecargas: Se utilizarán fusibles o interruptores automáticos calibrados convenientemente, ubicados en el cuadro de baja tensión del centro de transformación, desde donde parten los circuitos, se realiza todo el trazado de los circuitos a sección constante (y queda ésta protegida en inicio de línea), no es necesaria la colocación de elementos de protección en ningún otro punto de la red para proteger las reducciones de sección.
- Protección a cortocircuitos: Se utilizarán fusibles o interruptores automáticos calibrados convenientemente, ubicados en el cuadro de baja tensión del centro de transformación.

En segundo lugar, para la protección contra contactos directos (ITC-BT-24) se han tomado las medidas siguientes:

- Ubicación del circuito eléctrico enterrado bajo tubo en una zanja practicada al efecto, con el fin de resultar imposible un contacto fortuito con las manos por parte de las personas que habitualmente circulan por el acerado.
- Alojamiento de los sistemas de protección y control de la red eléctrica, así como todas las conexiones pertinentes, en cajas o cuadros eléctricos aislantes, los cuales necesitan de útiles especiales para proceder a su apertura.
- Aislamiento de todos los conductores con polietileno reticulado (RV 0,6/1 kV), con el fin de recubrir las partes activas de la instalación.

En tercer lugar, para la protección contra contactos indirectos (ITC-BT-24), la Cía. Suministradora obliga a utilizar en sus redes de distribución en BT el esquema TT, es decir, Neutro de Baja Tensión puesto directamente a tierra y masas de la instalación receptora conectadas a una tierra separada de la anterior, así como empleo en dicha instalación de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada al tipo de local y características del terreno.

Por otra parte, es obligada la conexión del neutro a tierra en el centro de transformación y cada 200 metros en redes subterráneas (según ITC-BT-07) y sin embargo, aunque la longitud de cada uno de los circuitos sea inferior a la cifra reseñada, el neutro se conectará como mínimo una vez a tierra al final de cada circuito.

8.7 Criterios de cálculo.

Para justificar la sección de los conductores proyectados se ha tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- Intensidad máxima admisible por el cable.
- Caída de tensión.
- Intensidad máxima de cortocircuito admisible en los conductores en función de la duración del cortocircuito

La elección de la sección del cable a adoptar se encuentra supeditada a la capacidad máxima del cable y a la caída de tensión admisible, que no deberá exceder del 5 %. Cuando el proyecto sea de una derivación a conectar a una línea ya existente, la caída de tensión admisible en la derivación se condicionará de forma que, sumando al de la línea ya existente

hasta el tramo de derivación, no supere el 5 % para las potencias transportadas en la línea y las previstas a transportar en la derivación.

Para la elección entre los distintos tipos de líneas desde el punto de vista de la sección de los conductores, aparte de las limitaciones de potencia máxima a transportar y de caída de tensión, que se fijan en cada uno, se ha establecido la distribución de las líneas mediante criterios económicos desde el punto de vista de pérdidas, por si quedara justificado con el mismo la utilización de una sección superior a la determinada por los conceptos anteriormente citados.

1. Intensidad máxima admisible:

La elección de la sección en función de la intensidad máxima admisible, se ha calculado partiendo de la potencia que ha de transportar el cable, calculando la intensidad correspondiente y eligiendo el cable adecuado, de acuerdo con los valores de las intensidades máximas que figuran en la siguiente tabla, y que a continuación se detallan:

Intensidades admisibles

Sección de fase en mm ²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Tabla. Intensidades Máximas Admisibles.

Las intensidades máximas anteriores descritas son para condiciones normales de instalación (temperatura del terreno 25°C, temperatura ambiente 40°C, resistencia térmica del terreno 1,5 Km/W y profundidad de soterramiento 0,7 m).

La intensidad se determinará por la fórmula:

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \phi}$$

2. Caída de tensión:

1. La determinación de la sección en función de la caída de tensión se realizará mediante la fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L (R \cos \phi + X \sin \phi)$$

En donde:

W = Potencia en KW

- U = Tensión compuesta en kV
- ΔU = Caída de Tensión.
- I = Intensidad en amperios.
- L = Longitud de la línea en km.
- R = Resistencia del conductor en Ω /Km.
- X= Reactancia a frecuencia 50 Hz en Ω /Km.
- cos φ = Factor de potencia.

La caída de tensión producida en la línea, puesta en función del momento eléctrico W. L, teniendo en cuenta las fórmulas anteriores viene dada por:

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \operatorname{tg} \varphi)$$

Donde $\Delta U\%$ viene dada en % de la tensión compuesta U en voltios.

En ambos apartados, 1) y 2), se considerará un factor de potencia para el cálculo de cos φ = 0,9.

3. Protecciones frente cortocircuitos y sobrecargas:

Con carácter general, los conductores estarán protegidos por los fusibles existentes contra sobrecargas y cortocircuitos.

Para la adecuada protección de los cables contra sobrecargas, mediante fusibles de la clase gG se indican en los siguientes cuadros, la intensidad nominal del mismo:

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z$ (A)		
	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
4 x 50 Al	100	100	100
3 x 95 + 1 x 50 Al	160	125	160
3 x 150 + 1 x 95 Al	200	200	250
3 x 240 + 1 x 150 Al	250	250	315

Siendo:

I_f : corriente convencional de fusión

I_n : corriente asignada de un cartucho fusible

I_z : corriente admisible para los conductores cargados s/UNE 20 460 -5-523

Cuando se prevea la protección de conductor por fusibles contra sobrecargas y cortocircuitos, deberá tenerse en cuenta la longitud de la línea que realmente se protege y que se indica en los siguientes cuadros expresados en metros.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para tubulares soterradas						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre I_n (A)	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

8.8 Estimación de cargas.

Para la estimación de las cargas como no se dispone de proyecto de reparcelación se ha establecido una distribución de CGP posibles de acuerdo al planeamiento vigente que deberán adecuarse al futuro proyecto de reparcelación. La potencia de cada CGP asignada dependerá de la superficie de edificabilidad de la manzana multiplicada por los coeficientes establecidos en la ITC-BT-10 (100 W/m² para uso comercial y 125 W/m² para uso industrial) y multiplicada a efectos de cálculo como potencia demandada por los coeficientes de simultaneidad de 0,5 para industria y 0,6 para comercial. En ningún caso la potencia de cálculo será inferior a 50 KW por CGP, mínimo que deberá garantizar la compañía suministradora a sus clientes art.45 del RD 1955/2000.

A continuación se adjunta la estimación de Cargas para la realización de cálculo de las líneas de distribución eléctrica en Baja Tensión.

LÍNEA	CGP	Designación CGP	POTENCIA DE CÁLCULO
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1 (630 KVA + Fut. Ampliación)			
Línea 1	CGP 1 :	010101	50,00 KW
	CGP 2 :	010102	50,00 KW
Línea 2	CGP 3	010201	50,00 KW
	CGP 4	010202	50,00 KW
Línea 3	CGP 5	010301	50,00 KW
	CGP 6	010302	69,39 KW
	CGP 7	010303	69,39 KW
Línea 4	CGP 8	010401	69,39 KW
	CGP 9	010402	69,39 KW

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3 (800 KVA : 400 + 400)			
Línea 1	CGP 10	030101	76,91 KW
	CGP 11	030102	76,91 KW
Línea 2	CGP 12	030201	76,91 KW
	CGP 13	030202	76,91 KW
Línea 3	CGP 14	030101	76,91 KW
	CGP 15	030102	76,91 KW
Línea 4	CGP 16	030201	76,91 KW
	CGP 17	030202	76,91 KW

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 4 (800 KVA : 400 + 400)			
Línea 1	CGP 18	040101	70,81 KW
	CGP 19	040102	70,81 KW
Línea 2	CGP 20	040201	70,81 KW
	CGP 21	040202	70,81 KW
Línea 3	CGMP AL1	Alumbrado	14,60 KW
	CGP 22	040301	70,81 KW
	CGP 23	040302	70,81 KW
Línea 4	CGP 23	040401	70,81 KW
	CGP 24	040402	70,81KW
Línea 5	CGP 25	040501	70,81 KW
	CGP 26	040502	70,81 KW
	Bombeo	Estación Bombeo	6,68 KW

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 5 (400 KVA)			
Línea 1	CGP 27	050101	57,26 KW
	CGP 28	050102	57,26 KW
Línea 2	CGP 29	050201	57,26 KW
	CGP 30	050202	57,26 KW
	CGP 31	050203	57,26 KW
Línea 3	CGP 32	050301	57,20 KW
	CGP 33	050301	57,20 KW

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 6 (800 KVA : 400 + 400)			
Línea 1	CGP 34	060101	50,00 KW
	CGP 35	060102	75,00 KW
Línea 2	CGMP AL 2		14,60 KW
	CGP 36	060201	58,45 KW
	CGP 37	060202	58,45 KW
	CGP 38	060203	58,45 KW
Línea 3	CGP 39	060301	50,00 KW
	CGP 40	060302	50,00 KW
	CGP 41	060303	50,00 KW
Línea 4	CGP 42	060401	50,00 KW
	CGP 43	060402	50,00 KW
	CGP 44	060403	50,00 KW

8.9 Resultado de cálculo eléctrico.

El suministro de energía eléctrica se realizará partiendo de los diferentes centros de transformación previstos para cada manzana del Sector SAUT-3, desde los cuales se irán distribuyendo diferentes líneas eléctricas (descritas en el apartado 1.7.8), mediante conductor en canalización enterrada según prescripciones de la compañía suministradora. En cada tubo

solamente discurrirá un único circuito eléctrico. Las redes se calcularán siguiendo este tipo de distribución con sección constante cable unipolar RV 3x240 mm²+150 mm² por línea.

- La distribución será trifásica con neutro, a la tensión de 400 V. La sección de los conductores será constante a lo largo de toda su longitud, y teniendo en cuenta que la caída sea inferior al 5% .En términos generales, el procedimiento de cálculo que se seguirá será el siguiente:
- Determinación de las cargas.
- Determinación de la sección necesaria para poder soportar la densidad de corriente a la que están sometidos los conductores, tomando el valor por exceso de las secciones admitidas por la compañía suministradora.
- Determinación de la caída de tensión en cada uno de los puntos de derivación, comprobando que ésta no sobrepase los límites autorizados del 5%.
- Cálculo de protecciones sobrecargas y cortocircuitos de las líneas.

Los cálculos han sido efectuados por el Software Cype en su módulo de infraestructuras urbanas. Dicho programa ha sido ya contrastado en diversos proyectos a nivel mundial por lo que nos ofrece una gran fiabilidad a los resultados obtenidos. A continuación se adjunta los resultados obtenidos con el software:

- Cálculo de INTENSIDAD ADMISIBLE Y CAIDA DE TENSIÓN:

Descripción de los materiales empleados

Los materiales utilizados para esta instalación son:

BT RV O.6/1 Tri Al Canalizado Bajo Tubo.

Descripción	Sección mm ²	Resist Ohm/k	React Ohm/km	I.adm. A
3x50	50.0	0.641	0.080	115.0
3x95	95.0	0.320	0.076	175.0
3x240	240.	0.125	0.070	305.0

La sección a utilizar se calculará partiendo de la potencia simultánea que ha de transportar el cable, calculando la intensidad correspondiente y eligiendo el cable adecuado con los valores de intensidad máxima admisible en función del tipo de instalación.

3. Formulación

En corriente alterna trifásica, la formulación utilizada es la que sigue:

$$I = \frac{P}{3^{1/2} \cdot U_n \cdot \cos \varnothing}$$

$$c.d.t.=3^{1/2} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos \varnothing + X \cdot \sin \varnothing)$$

$$p.p.=3 \cdot R \cdot L \cdot I^2$$

donde:

- ⇒ I es la intensidad en A
- ⇒ c.d.t. es la caída de tensión en V
- ⇒ p.p. es la pérdida de potencia en W

- Listado de nudos. CAIDA DE TENSIÓN < 5 %.

Nudo	Pot.dem. kW	Intens. A	Tensión V	Caída %
Bombeo	6.68	10.20	409.73	2.444
CGM AL1	14.60	22.30	418.69	0.313
CGM AL2	13.60	20.78	419.74	0.063
CGP 1	50.00	76.37	419.30	0.167
CGP 2	50.00	76.37	418.78	0.290
CGP 3	50.00	76.37	415.44	1.085
CGP 4	50.00	76.37	414.65	1.275
CGP 5	50.00	76.37	417.09	0.693
CGP 6	69.39	105.99	413.13	1.636
CGP 7	69.39	105.99	412.56	1.771
CGP 8	69.39	105.99	411.17	2.102
CGP 9	69.39	105.99	410.55	2.251
CGP 10	76.91	117.47	418.00	0.475
CGP 11	76.91	117.47	417.24	0.658
CGP 12	76.91	117.47	415.03	1.183
CGP 13	76.91	117.47	414.47	1.316
CGP 14	76.91	117.47	412.62	1.757
CGP 15	76.91	117.47	411.92	1.925
CGP 16	76.91	117.47	409.97	2.387
CGP 17	76.91	117.47	408.91	2.641
CGP 18	70.81	108.15	415.94	0.966
CGP 19	70.81	108.15	414.75	1.249
CGP 20	70.81	108.15	410.35	2.297
CGP 21	70.81	108.15	409.74	2.443
CGP 22	70.81	108.15	413.25	1.608
CGP 23	70.81	108.15	412.72	1.734
CGP 24	70.81	108.15	410.58	2.243
CGP 25	70.81	108.15	409.89	2.408
CGP 26	63.63	97.19	417.93	0.492
CGP 27	63.63	97.19	416.29	0.883
CGP 28	63.63	97.19	416.99	0.716
CGP 29	63.63	97.19	415.77	1.007
CGP 30	57.19	87.35	417.62	0.566
CGP 31	57.19	87.35	416.90	0.738
CGP 32	50.00	76.37	414.34	1.348
CGP 33	75.00	114.55	412.57	1.770
CGP 34	58.45	89.28	416.03	0.945
CGP 35	58.45	89.28	413.70	1.499
CGP 36	58.45	89.28	412.51	1.784

CGP 37	50.00	76.37	410.00	2.381
CGP 38	50.00	76.37	409.23	2.564
CGP 39	50.00	76.37	408.81	2.665
CGP 40	50.00	76.37	413.62	1.519
CGP 41	50.00	76.37	412.71	1.735
CGP 42	50.00	76.37	412.29	1.835
CGP 43	50.00	76.37	418.77	0.293
CGP 44	50.00	76.37	416.85	0.750
CGP 45	50.01	76.38	415.83	0.993
CGP 46	50.13	76.57	412.64	1.752
CGP 47	50.13	76.57	411.73	1.970
CGP 48	50.13	76.57	411.31	2.070
CGP 49	50.13	76.57	416.57	0.816
CGP 50	50.00	76.37	415.65	1.035
CGP 51	50.00	76.37	415.23	1.137
CGP 52	58.56	89.44	416.01	0.951
CGP 53	58.56	89.44	412.45	1.798
CGP 54	58.56	89.44	411.94	1.919

- Listado de tramos. INTENSIDAD MÁXIMA < INTENSIDAD ADMISIBLE.

Inicio	Final	Longitud m	Sección mm ²	Int.adm. A	Intens. A	Caída %	Périd. kW
Bombeo	N161	4.41	3x240	305.00	-10.20	0.003	0.000
CGM AL1	N77	2.10	3x240	305.00	-22.30	0.003	0.000
CGM AL2	N75	4.89	3x240	305.00	-20.78	0.006	0.001
CGP 1	N148	2.96	3x240	305.00	-76.37	-0.013	0.007
CGP 2	N170	1.95	3x240	305.00	-76.37	0.009	0.004
CGP 3	N145	3.28	3x240	305.00	-76.37	-0.015	0.007
CGP 4	N168	4.66	3x240	305.00	-76.37	0.021	0.010
CGP 5	N147	3.09	3x240	305.00	-76.37	0.014	0.007
CGP 6	N160	2.05	3x240	305.00	-105.99	0.013	0.009
CGP 7	N135	2.57	3x240	305.00	-105.99	0.016	0.011
CGP 8	N156	2.25	3x240	305.00	-105.99	-0.014	0.010
CGP 9	N153	3.10	3x240	305.00	-105.99	0.020	0.013
CGP 10	N129	1.35	3x240	305.00	-117.47	0.009	0.007
CGP 11	N127	1.05	3x240	305.00	-117.47	0.007	0.005
CGP 12	N125	3.12	3x240	305.00	-117.47	-0.022	0.016
CGP 13	N122	2.55	3x240	305.00	-117.47	0.018	0.013
CGP 14	N120	2.86	3x240	305.00	-117.47	-0.020	0.015
CGP 15	N112	3.80	3x240	305.00	-117.47	0.027	0.020
CGP 16	N90	5.61	3x240	305.00	-117.47	-0.039	0.029
CGP 17	N99	5.00	3x240	305.00	-117.47	0.035	0.026
CGP 18	N116	2.69	3x240	305.00	-108.15	0.017	0.012

- Listado de tramos. INTENSIDAD MÁXIMA < INTENSIDAD ADMISIBLE.

Inicio	Final	Longitud m	Sección mm ²	Int.adm. A	Intens. A	Caída %	Périd. kW
CGP 19	N118	3.61	3x240	305.00	-108.15	0.023	0.016
CGP 20	N111	5.49	3x240	305.00	-108.15	0.035	0.024
CGP 21	N109	6.11	3x240	305.00	-108.15	0.039	0.027
CGP 22	N86	2.00	3x240	305.00	-108.15	0.013	0.009
CGP 23	N87	2.00	3x240	305.00	-108.15	0.013	0.009
CGP 24	N100	1.88	3x240	305.00	-108.15	0.012	0.008
CGP 25	N98	2.85	3x240	305.00	-108.15	0.018	0.013
CGP 26	N55	4.30	3x240	305.00	-97.19	0.025	0.015
CGP 27	N69	2.25	3x240	305.00	-97.19	0.013	0.008
CGP 28	N49	4.40	3x240	305.00	-97.19	0.025	0.016
CGP 29	N52	3.29	3x240	305.00	-97.19	0.019	0.012
CGP 30	N36	2.32	3x240	305.00	-87.35	0.012	0.007
CGP 31	N81	2.87	3x240	305.00	-87.35	0.015	0.008
CGP 32	N39	2.97	3x240	305.00	-76.37	0.014	0.007
CGP 33	N74	2.52	3x240	305.00	-114.55	0.017	0.013
CGP 34	N7	2.89	3x240	305.00	-89.28	0.015	0.009
CGP 35	N43	2.64	3x240	305.00	-89.28	0.014	0.008
CGP 36	N72	1.81	3x240	305.00	-89.28	0.010	0.005
CGP 37	N61	2.07	3x240	305.00	-76.37	0.009	0.005
CGP 38	N45	2.08	3x240	305.00	-76.37	0.009	0.005
CGP 39	N62	1.95	3x240	305.00	-76.37	0.009	0.004
CGP 40	N38	5.49	3x240	305.00	-76.37	0.025	0.012
CGP 41	N41	5.39	3x240	305.00	-76.37	0.025	0.012
CGP 42	N56	5.37	3x240	305.00	-76.37	0.024	0.012
CGP 43	N18	1.87	3x240	305.00	-76.37	0.009	0.004
CGP 44	N16	1.56	3x240	305.00	-76.37	0.007	0.003
CGP 45	N3	1.72	3x240	305.00	-76.38	0.008	0.004
CGP 46	N8	1.74	3x240	305.00	-76.57	0.008	0.004
CGP 47	N24	1.53	3x240	305.00	-76.57	0.007	0.003
CGP 48	N34	1.50	3x240	305.00	-76.57	0.007	0.003
CGP 49	N21	2.90	3x240	305.00	-76.57	0.013	0.006
CGP 50	N29	2.76	3x240	305.00	-76.37	0.013	0.006
CGP 51	N30	2.58	3x240	305.00	-76.37	0.012	0.006
CGP 52	N2	3.90	3x240	305.00	-89.44	0.021	0.012
CGP 53	N4	3.15	3x240	305.00	-89.44	0.017	0.010
CGP 54	N13	3.00	3x240	305.00	-89.44	0.016	0.009
CT 1	N139	6.99	3x240	305.00	152.74	-0.064	0.062
CT 1	N143	4.80	3x240	305.00	0.00	0.000	0.000
CT 1	N146	4.87	3x240	305.00	288.34	-0.084	0.153
CT 1	N150	5.23	3x240	305.00	211.97	-0.066	0.089
CT 1	N157	5.90	3x240	305.00	152.74	-0.054	0.052
CT 2	N134	5.10	3x240	305.00	-0.00	0.000	0.000
CT 3	N110	16.62	3x240	274.50	234.94	0.233	0.348
CT 3	N121	17.30	3x240	274.50	234.94	0.242	0.362
CT 3	N126	17.48	3x240	274.50	234.94	0.245	0.366
CT 3	N132	40.50	3x240	305.00	0.00	0.000	0.000

CT 3	N133	55.53	3x240	305.00	0.00	0.000	0.000
CT 3	N144	5.85	3x240	274.50	234.94	0.082	0.122
CT 4	N76	4.32	3x240	305.00	238.61	0.061	0.093
CT 4	N91	5.71	3x240	305.00	226.51	0.077	0.111
CT 4	N102	4.80	3x240	244.00	216.31	0.062	0.085
CT 4	N108	5.40	3x240	305.00	0.00	0.000	0.000
CT 4	N113	7.14	3x240	305.00	216.31	0.092	0.127
CT 6	N17	3.42	3x240	305.00	267.83	-0.055	0.093
CT 6	N27	5.21	3x240	305.00	229.11	0.071	0.104
CT 6	N42	11.26	3x240	305.00	0.00	0.000	0.000
CT 6	N57	4.30	3x240	305.00	229.11	0.059	0.086
CT 6	N75	4.50	3x240	305.00	211.70	0.057	0.076
CT 7	N19	3.41	3x240	305.00	268.33	0.054	0.093
CT 7	N20	3.41	3x240	305.00	229.31	0.047	0.068
CT 7	N22	2.80	3x240	305.00	229.12	0.038	0.056
CT 7	N26	2.89	3x240	305.00	229.70	0.040	0.058
CT 7	N44	5.45	3x240	305.00	0.00	0.000	0.000
CT 5	N40	5.87	3x240	305.00	194.37	0.068	0.084
CT 5	N46	2.56	3x240	305.00	-0.00	0.000	0.000
CT 5	N54	8.56	3x240	305.00	194.37	0.099	0.123
CT 5	N79	6.56	3x240	305.00	174.70	0.068	0.076
N1	N6	6.79	3x240	305.00	76.38	0.031	0.015
N1	N16	31.78	3x240	305.00	-76.38	0.145	0.070
N2	N9	36.55	3x240	274.50	178.89	0.390	0.443
N2	N19	54.76	3x240	274.50	-268.33	0.876	1.494
N3	N6	14.68	3x240	305.00	-76.38	0.067	0.032
N4	N11	36.14	3x240	305.00	-178.89	0.385	0.438
N4	N13	22.79	3x240	244.00	89.44	0.121	0.069
N5	N15	7.83	3x240	305.00	229.70	0.107	0.157
N5	N26	49.15	3x240	274.50	-229.70	0.673	0.983
N7	N17	54.82	3x240	305.00	-267.83	-0.875	1.490
N7	N67	17.33	3x240	305.00	178.55	-0.184	0.209
N8	N23	6.71	3x240	305.00	-229.70	0.092	0.134
N8	N24	23.98	3x240	305.00	153.14	0.219	0.213
N9	N10	5.10	3x240	305.00	178.89	0.054	0.062
N10	N11	2.05	3x240	305.00	178.89	0.022	0.025
N12	N14	5.15	3x240	305.00	152.75	-0.047	0.046
N12	N18	14.38	3x240	274.50	-152.75	0.131	0.127
N14	N16	30.84	3x240	305.00	152.75	0.281	0.273
N15	N23	60.80	3x240	305.00	229.70	0.832	1.216
N18	N22	18.05	3x240	274.50	-229.12	0.246	0.359
N20	N21	55.34	3x240	305.00	229.31	0.756	1.103
N21	N29	24.16	3x240	305.00	152.74	0.220	0.214
N24	N34	22.00	3x240	305.00	76.57	0.100	0.049
N27	N38	104.22	3x240	305.00	229.11	1.423	2.073
N29	N30	22.46	3x240	305.00	76.37	0.102	0.050
N36	N80	11.02	3x240	305.00	-174.70	0.115	0.127
N36	N81	32.48	3x240	305.00	87.35	0.169	0.094
N38	N41	23.74	3x240	305.00	152.74	0.216	0.210

N39	N73	47.29	3x240	305.00	-190.92	0.538	0.653
N39	N74	61.27	3x240	305.00	114.55	0.418	0.305
N40	N47	17.92	3x240	305.00	194.37	0.208	0.256
N41	N56	21.94	3x240	305.00	76.37	0.100	0.048
N42	N44	317.85	3x240	305.00	-0.00	-0.000	0.000
N42	N46	206.37	3x240	305.00	-0.00	-0.000	0.000
N43	N68	28.13	3x240	305.00	-178.55	0.299	0.340
N43	N70	25.82	3x240	305.00	89.28	0.137	0.078
N44	N53	91.64	3x240	305.00	0.00	0.000	0.000
N45	N61	20.16	3x240	305.00	-152.74	0.184	0.178
N45	N62	22.16	3x240	305.00	76.37	0.101	0.049
N47	N48	7.89	3x240	305.00	194.37	0.091	0.113
N48	N49	27.91	3x240	305.00	194.37	0.323	0.400
N49	N50	34.72	3x240	305.00	97.19	0.201	0.124
N50	N51	7.40	3x240	305.00	97.19	0.043	0.026
N51	N52	9.19	3x240	305.00	97.19	0.053	0.033
N53	N63	11.52	3x240	305.00	0.00	0.000	0.000
N54	N55	31.75	3x240	305.00	194.37	0.368	0.455
N55	N65	39.90	3x240	305.00	97.19	0.231	0.143
N57	N58	88.59	3x240	305.00	229.11	1.210	1.762
N58	N59	59.62	3x240	305.00	229.11	0.814	1.186
N59	N60	15.36	3x240	305.00	229.11	0.210	0.305
N60	N61	5.81	3x240	305.00	229.11	0.079	0.116
N63	N108	168.88	3x240	305.00	-0.00	-0.000	0.000
N65	N66	6.12	3x240	305.00	97.19	0.035	0.022
N66	N69	23.58	3x240	305.00	97.19	0.137	0.084
N67	N68	6.77	3x240	305.00	178.55	0.072	0.082
N70	N71	14.92	3x240	305.00	89.28	0.079	0.045
N71	N72	13.58	3x240	305.00	89.28	0.072	0.041
N73	N75	64.98	3x240	305.00	-190.92	0.739	0.898
N76	N77	17.50	3x240	305.00	238.61	0.249	0.378
N77	N78	24.80	3x240	305.00	216.31	0.320	0.440
N78	N82	7.21	3x240	305.00	216.31	0.093	0.128
N79	N88	17.14	3x240	305.00	174.70	0.178	0.198
N80	N136	9.93	3x240	305.00	-174.70	0.103	0.115
N82	N83	19.95	3x240	305.00	216.31	0.257	0.354
N83	N84	13.80	3x240	305.00	216.31	0.178	0.245
N84	N85	12.14	3x240	305.00	216.31	0.156	0.215
N85	N86	21.80	3x240	305.00	216.31	0.281	0.387
N86	N87	19.45	3x240	305.00	108.15	0.125	0.086
N88	N136	8.56	3x240	305.00	174.70	0.089	0.099
N89	N90	152.86	3x240	305.00	234.94	2.140	3.197
N89	N144	8.99	3x240	274.50	-234.94	0.126	0.188
N90	N99	36.78	3x240	305.00	117.47	0.257	0.192
N91	N92	43.24	3x240	305.00	226.51	0.584	0.841
N92	N93	7.65	3x240	305.00	226.51	0.103	0.149
N93	N94	20.79	3x240	305.00	226.51	0.281	0.404
N94	N95	11.98	3x240	305.00	226.51	0.162	0.233
N95	N96	12.34	3x240	305.00	226.51	0.167	0.240

N96	N97	30.80	3x240	305.00	226.51	0.416	0.599
N97	N100	32.76	3x240	305.00	226.51	0.442	0.637
N98	N100	22.46	3x240	305.00	-118.36	0.158	0.119
N98	N161	85.09	3x240	305.00	10.20	0.052	0.003
N101	N107	38.31	3x240	305.00	-0.00	-0.000	0.000
N101	N108	7.07	3x240	305.00	0.00	-0.000	0.000
N102	N103	48.46	3x240	244.00	216.31	0.625	0.859
N103	N104	8.93	3x240	244.00	216.31	0.115	0.158
N104	N105	65.88	3x240	244.00	216.31	0.849	1.168
N105	N106	13.43	3x240	244.00	216.31	0.173	0.238
N106	N111	33.96	3x240	244.00	216.31	0.438	0.602
N107	N117	8.96	3x240	305.00	0.00	0.000	0.000
N109	N111	21.99	3x240	244.00	-108.15	0.142	0.097
N110	N120	107.45	3x240	274.50	234.94	1.504	2.247
N112	N120	23.00	3x240	274.50	-117.47	0.161	0.120
N113	N114	43.77	3x240	274.50	216.31	0.564	0.776
N114	N115	6.60	3x240	274.50	216.31	0.085	0.117
N115	N116	16.09	3x240	274.50	216.31	0.207	0.285
N116	N118	42.95	3x240	274.50	108.15	0.277	0.190
N117	N119	24.65	3x240	305.00	0.00	0.000	0.000
N119	N123	13.95	3x240	305.00	0.00	0.000	0.000
N121	N125	65.66	3x240	274.50	234.94	0.919	1.373
N122	N125	19.55	3x240	274.50	-117.47	0.137	0.102
N123	N124	37.62	3x240	305.00	0.00	0.000	0.000
N124	N128	69.81	3x240	305.00	0.00	0.000	0.000
N126	N129	15.78	3x240	274.50	234.94	0.221	0.330
N127	N129	26.44	3x240	274.50	-117.47	0.185	0.138
N128	N130	50.84	3x240	305.00	0.00	0.000	0.000
N130	N131	20.10	3x240	305.00	0.00	0.000	0.000
N131	N132	11.26	3x240	305.00	0.00	0.000	0.000
N133	N134	19.11	3x240	305.00	-0.00	-0.000	0.000
N134	N141	67.39	3x240	305.00	0.00	0.000	0.000
N135	N160	20.92	3x240	305.00	-105.99	0.132	0.089
N139	N148	9.89	3x240	305.00	152.74	0.090	0.087
N140	N155	14.92	3x240	305.00	-152.74	-0.136	0.132
N140	N166	31.22	3x240	305.00	152.74	-0.284	0.276
N141	N142	88.84	3x240	305.00	0.00	0.000	0.000
N142	N143	32.78	3x240	305.00	0.00	0.000	0.000
N145	N167	11.16	3x240	305.00	-152.74	0.102	0.099
N145	N168	40.38	3x240	305.00	76.37	0.184	0.089
N146	N147	34.63	3x240	305.00	288.34	0.595	1.091
N147	N158	58.16	3x240	305.00	211.97	0.735	0.990
N148	N170	28.02	3x240	305.00	76.37	0.128	0.062
N150	N151	94.80	3x240	305.00	211.97	1.198	1.614
N151	N152	7.06	3x240	305.00	211.97	0.089	0.120
N152	N162	31.37	3x240	305.00	211.97	0.396	0.534
N153	N156	22.61	3x240	305.00	-105.99	0.143	0.096
N155	N157	46.62	3x240	305.00	-152.74	-0.424	0.412
N156	N162	26.83	3x240	305.00	-211.97	0.339	0.457

N158	N159	7.01	3x240	305.00	211.97	0.089	0.119
N159	N160	9.55	3x240	305.00	211.97	0.121	0.163
N166	N167	7.72	3x240	305.00	152.74	0.070	0.068

- Condición de cortocircuito.

En el cálculo de redes malladas, los cables cumplen la condición de cortocircuito si son capaces de soportar la intensidad de cortocircuito máxima posible en la instalación durante el tiempo de actuación de las protecciones.

La intensidad máxima viene dada por la máxima potencia de cortocircuito como la corriente de cortocircuito en bornes del transformador en el instante inicial.

En el cálculo de redes malladas, los cables cumplen la condición de cortocircuito si son capaces de soportar la intensidad de cortocircuito máxima posible en la instalación durante el tiempo de actuación de las protecciones.

La intensidad máxima viene dada por la máxima potencia de cortocircuito como la corriente de cortocircuito en bornes del transformador en el instante inicial.

Int.cortocircuito: 687.32 kA

Datos de los transformadores

Trafo	Potencia trafo kVA	Tensión de primario V	Urcc (Rcc) % (mOhm)	Uxcc (Xcc) % (mOhm)	Ucc (Zcc) % (mOhm)
CT 7	800.000	20000	1.30 (2.87)	3.54 (7.81)	3.77 (8.32)
CT 6	800.000	20000	1.30 (2.87)	3.54 (7.81)	3.77 (8.32)
CT 5	400.000	20000	1.30 (5.73)	3.54 (15.61)	3.77 (16.63)
CT 4	800.000	20000	1.30 (2.87)	3.54 (7.81)	3.77 (8.32)
CT 3	800.000	20000	1.30 (2.87)	3.54 (7.81)	3.77 (8.32)
CT 2	250.000	20000	1.30 (9.17)	3.54 (24.98)	3.77 (26.61)
CT 1	600.000	20000	1.30 (3.82)	4.00 (11.76)	4.21 (12.37)

Cortocircuitos en los transformadores

Trafo	Icc (Primario) kA	Icc (Secundario) Scc,p = infinito kA	Icc (Secundario) Scc,p = 500.0MVA kA
CT 7	Icc,perm = 14.43 x2.5 (I.máx.) =	Icc,perm = 29.16 x2.5 (I.máx.) =	Icc,perm = 27.97 x2.5 (I.máx.) =
CT 6	Icc,perm = 14.43 x2.5 (I.máx.) =	Icc,perm = 29.16 x2.5 (I.máx.) =	Icc,perm = 27.97 x2.5 (I.máx.) =
CT 5	Icc,perm = 14.43 x2.5 (I.máx.) =	Icc,perm = 14.58 x2.5 (I.máx.) =	Icc,perm = 14.28 x2.5 (I.máx.) =
CT 4	Icc,perm = 14.43 x2.5 (I.máx.) =	Icc,perm = 29.16 x2.5 (I.máx.) =	Icc,perm = 27.97 x2.5 (I.máx.) =
CT 3	Icc,perm = 14.43 x2.5 (I.máx.) =	Icc,perm = 29.16 x2.5 (I.máx.) =	Icc,perm = 27.97 x2.5 (I.máx.) =
CT 2	Icc,perm = 14.43 x2.5 (I.máx.) =	Icc,perm = 9.11 x2.5 (I.máx.) =	Icc,perm = 8.99 x2.5 (I.máx.) =
CT 1	Icc,perm = 14.43 x2.5 (I.máx.) =	Icc,perm = 19.61 x2.5 (I.máx.) =	Icc,perm = 19.07 x2.5 (I.máx.) =