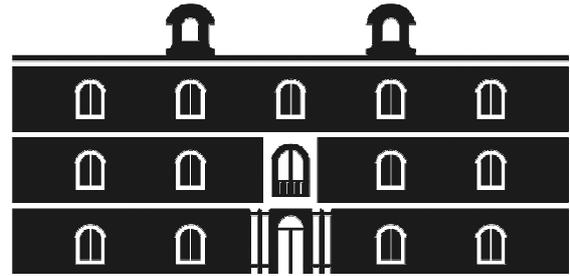


Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



**industriales**  
etsii UPCT

# ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL LOS DOLORES

**Titulación** Ingeniería Técnica Industrial  
**Intensificación:** Electricidad  
**Alumno/a:** Rafael López Gómez  
**Director/a/s:** Alfredo Conesa Tejerina  
Juan José Portero Rodríguez

Cartagena, 23 de septiembre de 2013

1. Memoria
- 1.0 Antecedentes
- 1.1 Objeto.
- 1.2 Situación y emplazamiento
- 1.3 Titular de la instalación inicial y final
- 1.4 Reglamentación.
- 1.5 Categoría de la línea y potencia máxima a transportar.
- 1.6 Descripción genérica de las instalaciones, uso y potencia
- 1.6.1 Red de Media Tensión
- 1.6.2 Red de Baja Tensión
- 1.6.3. Centros de Transformación
- 1.7. Plazo de ejecución de las instalaciones
- 1.8. Descripción de las instalaciones
- 1.8.1. Red de Media Tensión
- 1.8.1.1. Trazado
- 1.8.1.1.1. Puntos de entronque y final de línea
- 1.8.1.1.2. Longitud
- 1.8.1.1.3. Relación de cruzamientos y paralelismos
- 1.8.1.2. Materiales
- 1.8.1.2.1. Conductores.
- 1.8.1.2.2. Aislamientos
- 1.8.1.2.3. Accesorios
- 1.8.1.2.4. Protecciones eléctricas de principio y fin de línea
- 1.8.1.3. Zanjias y sistema de enterramiento
- 1.8.1.3.1. Medidas de señalización y seguridad
- 1.8.1.4. Puesta a Tierra
- 1.8.2 Red de Baja Tensión
- 1.8.2.1. Trazado
- 1.8.2.1.1. Longitud
- 1.8.2.1.2. Inicio y final de la línea
- 1.8.2.1.3. Cruzamientos y paralelismos.
- 1.8.2.2. Puesta a Tierra y continuidad del neutro
- 1.8.3. Centros de Transformación
- 1.8.3.1 Centro de Transformación PFU-5
- 1.8.3.1.1 Obra civil
- 1.8.3.1.1.1 Características de los materiales
- 1.8.3.1.2 Instalación Eléctrica.
- 1.8.3.1.2.1 Características de la red de alimentación.
- 1.8.3.1.2.2 Características de la aparamenta MT
- 1.8.3.1.2.3 Características descriptivas de la aparamenta MT y transformadores.
- 1.8.3.1.2.3.1 Entrada / Salida 1: CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador
- 1.8.3.1.2.3.2 Entrada / Salida 2: CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador
- 1.8.3.1.2.3.3 Protección Transformador 1: CGMCOSMOS-P Protección fusibles

- 1.8.3.1.2.3.4 Transformador 1: Transformador aceite 24 kV
- 1.8.3.1.2.4 Características descriptivas de los cuadros de BT
- 1.8.3.1.2.5 Características del material vario de MT y BT
- 1.8.3.1.3 Medida de la energía eléctrica
- 1.8.3.1.4 Puesta a tierra
  - 1.8.3.1.4.1 Tierra de protección
  - 1.8.3.1.4.2 Tierra de servicio
- 1.8.3.1.5 Instalaciones secundarias
- 1.8.3.2 Centro de Transformación Miniblock.
  - 1.8.3.2.1 Obra civil
    - 1.8.3.2.1.1 Características de los materiales
    - 1.8.3.2.2 Instalación Eléctrica.
      - 1.8.3.2.2.1 Características de la red de alimentación
      - 1.8.3.2.2.2 Características de la aparamenta MT
        - 1.8.3.2.2.3 Características descriptivas de la aparamenta MT y transformadores
        - 1.8.3.2.2.4 Características descriptivas de los cuadros de BT
        - 1.8.3.2.2.5 Características del material vario de MT y BT
      - 1.8.3.2.3 Medida de la energía eléctrica.
      - 1.8.3.2.4 Unidades de protección, automático y control
      - 1.8.3.2.5 Puesta a tierra
        - 1.8.3.2.5.1 Tierra de protección.
        - 1.8.3.1.5.2 Tierra de servicio.
    - 1.8.3.1.6 Instalaciones secundarias
  - 1.9 Conclusion

## **1. MEMORIA**

### **1.0 ANTECEDENTES**

A petición de la Universidad Politécnica de Cartagena (U.P.C.T.) se redacta el siguiente Proyecto Fin de Carrera consistente en “Electrificación de un Polígono residencial mediante Redes de Distribución de Media y Baja tensión”.

### **1.1 OBJETO.**

Este proyecto tiene por objeto definir las características técnicas y de seguridad del suministro eléctrico de las diferentes parcelas que componen el polígono industrial, así como justificar y valorar los materiales empleados en el mismo, y obtener las autorizaciones pertinentes por parte de los organismos competentes, especialmente el Exmo. Ayuntamiento de Cartagena, Consejería de Industria y la Compañía suministradora de energía eléctrica “Iberdrola, S.A.”.

### **1.2 SITUACION Y EMPLAZAMIENTO.**

El Polígono residencial queda emplazado en “Los Dolores”, a un kilómetro de Cartagena, Murcia, tal como se indica en el plano de situación, número 1.

### **1.3 TITULAR DE LA INSTALACIÓN INICIAL Y FINAL.**

El titular de las líneas de MT donde se realiza el entronque, es Iberdrola, y el resto de instalaciones son los propietarios del Polígono Industrial, siendo objeto de cesión las líneas de distribución de Media y Baja Tensión, así como los centros de transformación al propietario final, Iberdrola S.A.

### **1.4 REGLAMENTACION.**

En el presente proyecto las normas que se han aplicado y que están en uso actualmente son:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Guía técnica de aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- 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.
- Normas particulares y de normalización de Iberdrola.
- Ordenanzas municipales del Ayuntamiento de Murcia.
- Contenidos mínimos en proyectos, Resolución de 3 de Julio de 2003, de la

Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se aprueban los contenidos esenciales de determinados proyectos y el modelo de certificado como consecuencia de la

aprobación por el real decreto 842/2002, de 2 de Agosto, del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

- Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero, por el que se aprueba el nuevo Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITCLAT 01 a 09.

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

- Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-94.

- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

- Ley de Regulación del Sector Eléctrico, Ley 54/1997 de 27 de Noviembre.

- Orden de 13-03-2002 de la Consejería de Industria y Trabajo por la que se establece el contenido mínimo en proyectos de industrias y de instalaciones industriales.

- NTE-IEP. Norma tecnológica del 24-03-73, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.

- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.

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

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

- Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.

- Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

- Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

- Real Decreto 773/1997 de 30 de Mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

- CEI 61330 UNE-EN 61330, Centros de Transformación prefabricados.

- RU 1303A, Centros de Transformación prefabricados de hormigón.
- NBE-X, Normas básicas de la edificación.
- CEI 60694 UNE-EN 60694, Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de Alta Tensión.
- CEI 61000-4-X UNE-EN 61000-4-X, Compatibilidad electromagnética (CEM).
- CEI 60298 UNE-EN 60298, Aparamenta bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- CEI 60129 UNE-EN 60129, Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- RU 6407B, Aparamenta prefabricada bajo envolvente metálica con dieléctrico de Hexafloruro de Azufre SF6 para Centros de Transformación de hasta 36 kV.
- CEI 60265-1 UNE-EN 60265-1, Interruptores de Alta Tensión. Parte 1:
- CEI 60420 UNE-EN 60420, Combinados interruptor - fusible de corriente alterna para Alta Tensión.
- CEI 60076-X UNE-EN 60076-X, Transformadores de potencia.
- UNE 20101-X-X, Transformadores de potencia.
- RU 5201D, Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión.
- UNE 21428-X-X, Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión de 50 kVA A 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.

### 1.5 CATEGORIA DE LA LINEA Y POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR.

La línea objeto del presente proyecto es de una tensión nominal de 20 KV por lo que pertenece a la 3ª Categoría.

Las previsiones de potencia son las siguientes:

Parcela	Potencia Kw
Parcela 1	101,2
Parcela 2	531,55
Parcela 3	539,6
Parcela 4	184
Parcela 5	220,8
Parcela 6A	156,4
Parcela 6B	128,8

Parcela 7	294,4
Parcela 8	220,8
Parcela 9	211,6
Jardines	
1EL	22,86
2EL	20,73
3EL	11,62
4EL	12,6
Equipamiento social	43,51
Equipamiento educativo	75,36

POTENCIA TOTAL PREVISTA EN EL POLIGONO RESIDENCIAL: 2815,83kW

Potencia de cada transformador

CT-1	400KVA
CT-2	400KVA
CT-3	400KVA
CY-4	400KVA
CT-5	400KVA
CTR	400KVA
CT.Abonado	400KVA

Potencia a transportar en media tensión:

Se deberá alimentar a los 6 transformadores proyectados además de un centro de transformación adyacente junto al polígono, esto supone un total de 2800kVA

## 1.6 DESCRIPCIÓN GENÉRICA DE LAS INSTALACIONES, USO Y POTENCIA

### 1.6.1 RED DE MEDIA TENSIÓN

En media tensión se prevé que se construya una línea de acometida para la alimentación de la red en anillo y para el suministro de un centro de transformación abonado situado junto al polígono residencial, la red en anillo para el suministro de los 6 transformadores que los componen y la línea procedente del centro de transformación y reparto para el suministro del centro de transformación de abonado

### 1.6.2 RED DE BAJA TENSIÓN

La red de BT esta compuesta por 7 parcelas (1, 4, 5, 5, 6, 7, 8 y 9) de viviendas unifamiliares de electrificación elevada, 2 parcelas (2 y 3) de edificios de electrificación básica, 4 parcelas destinadas a jardines, una parcela destinada a un centro social, una parcela destina a un centro educativo, y el alumbrado de los viales del polígono residencial.

Las viviendas unifamiliares tendrán una electrificación elevada mientras que las viviendas para los edificios será una electrificación básica, en cuanto a las zonas de los jardines la potencia que le asignaremos será la correspondiente a una luminaria 100 W/30 m<sup>2</sup>, el centro social se le asignará una potencia de 10 W/m<sup>2</sup>, al centro educativo se le asignará una potencia de 5 W/m<sup>2</sup> y la potencia que se tendrá en cuenta para el alumbrado de viales se resolverá instalando dos centros de mando de 20 KW cada uno.

### **1.6.3. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN**

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

Los tipos generales de equipos de MT empleados en este proyecto son:

Centro de Transformación PFU:

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

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

Centros de Transformación MINIBLOK:

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

## **1.7. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

La ejecución de las instalaciones referidas al presente proyecto se ejecutaran a los tres meses una vez presentado y aprobado el proyecto.

## **1.8. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

### **1.8.1. RED DE MEDIA TENSIÓN**

#### **1.8.1.1. TRAZADO**

La red de Media Tensión discurre por el polígono residencia del término de los Dolores de Cartagena, con cables entubados en todo su recorrido

Se realizaran tres líneas subterráneas de media tensión :

- L.S.M.T. desde la acometida hasta el centro de reparto (CTR)
- L.S.M.T. desde CTR hasta el centro de transformación de abonado.
- L.S.M.T. en anillo desde CTR

#### **1.8.1.1.1. PUNTOS DE ENTRONQUE Y FINAL DE LÍNEA**

- La L.S.M.T (acometida) parte del punto de acometida, este punto esta situado en la parte inferior de la parcela 2 y su punto final de línea estará ubicado en la conexión con el CTR situado en la parcela 2EL
- La L.S.M.T.(alim, Abonado) su punto de salida será desde el CTR hasta el centro de abonado situado en la parte exterior del polígono residencial.
- La L.S.M.T. correspondiente al anillo de MT, su punto principal de salida será desde el CTR1 hacia el mismo pasando por los distintos centros de transformación (CT1, CT2, CT3, CT4, CT5 y vuelta CTR).

#### **1.8.1.1.2. LONGITUD**

- La longitud de la línea desde el punto de acometida hasta el CTR es de 360 metros.
- La longitud de la línea desde el CTR hasta el centro de abonado es de 344metros.
- La longitud total del anillo que enlaza los distintos Centros de Transformación desde el CTR es de 1062 metros.

#### **1.8.1.1.3. RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.**

Las condiciones que se cumplen en los cruces y paralelismos las instalaciones de MT serán las siguientes:

Cruzamientos:

Se evitarán cruzamientos con L.S.M.T. y alcantarillado, solo con las calles. Si en algún punto se cruzase con la red general de alcantarillado, este cruce se realizará entubado al igual que el de calzadas y se procurará que sea siempre por encima de las mismas.

- Calles y Carreteras: Los conductores se colocarán en tubos protectores recubiertos de hormigón a una profundidad mínima de 0.8 metros.
- Otros conductores de energía: En los cruzamientos de los conductores con otros de Alta Tensión la distancia entre ellos deberá de ser como mínimo de 0,25m.
- Con Canalizaciones de Agua: Los conductores se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 0,20 m.

Canalizaciones:

Los cables irán entubados y por ello, para las canalizaciones deben de tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

1. La canalización discurrirá por terrenos de dominio público bajo acera, siempre que sea posible, no admitiéndose su instalación bajo calzada excepto en los cruces, evitando los ángulo

pronunciados. La longitud de la canalización será lo más corta posible, a no ser que se prevea la instalación futura de un nuevo abonado alimentado con la misma línea.

2. El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo: 10 veces el diámetro exterior.
3. Los cruces de las calzadas deberán de ser perpendiculares, procurando evitarlos si es posible.
4. Los cables se alojarán en zanjas de 1,10 m de profundidad mínima y una anchura que permita las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,35 m.

En el fondo de la zanja se colocará una capa de arena de río de un espesor de 10 cm en el lecho de la zanja, sobre la que se colocarán los cables a instalar, que se cubrirán con otra capa de idénticas características con un espesor mínimo de 10 cm, sobre esta capa se colocará una protección mecánica, que se tapara con 25 cm de zahorra o tierras de la propia excavación, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes.

La protección mecánica estará constituida por un tubo de PVC de 160 mm de diámetro cuando por la zanja discorra 1 ó 2 líneas y por un tubo y placas cubrecables de plástico cuando el número sea mayor.

Finalmente se construirá el pavimento si lo hubiera, del mismo tipo y calidad del existente antes de realizar la apertura.

#### Canalización Entubada:

En estas canalizaciones el cable irá entubado en todo o gran parte de su trazado. Estarán constituidos por tubos termoplásticos, hormigonados y debidamente enterrados en zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en las NI 52.95.02 y NI 52.95.03. El diámetro interior de los tubos será 1,5 veces el cable y como mínimo de 100 mm. En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán de arquetas registrables o cerradas, para facilitar la manipulación.

Las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas por sus extremos, a la entrada de la arqueta.

La zanja tendrá una anchura mínima de 35 cm para la colocación de un tubo recto de 160 mm<sup>2</sup>, aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas por sus extremos, a la entrada de la arqueta, el sellado de los tubos ocupados se realizará con espuma de poliuretano o cualquier otro procedimiento autorizado por Iberdrola.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos, o tres planos y con una separación entre ellos de 2 cm, tanto en su proyección vertical como horizontal, la separación entre tubos y paredes de zanja deberá ser de 5cm.

La profunda de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad de 60 cm, tomada desde la rasante del terreno a la parte superior del tubo.

En los casos de tubos de distintos tamaños, se colocarán de forma que los de mayor diámetro ocupen el plano inferior y los laterales. En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 5 cm de espesor de hormigón H-200, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón H-200 con un espesor de 10 cm por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará hormigón H-200, evitando que se produzca discontinuidad del cimiento debido a la colocación de las piedras, si no hay piedra disponible se utilizará hormigón H-250.

Empalmes y conexiones:

Los empalmes y conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento. Así mismo deberá quedar perfectamente asegurada su estanqueidad y resistencia contra la corrosión que puede originar el terreno.

#### **1.8.1.2. MATERIALES**

##### **1.8.1.2.1. CONDUCTORES.**

Se empleará conductor unipolar en aluminio, según Recomendación UNESA, con pantalla sobre el aislamiento formado por una corona de 16 mm<sup>2</sup> compuesta por hilos de Cu y contraespira de cinta de Cu. Las características del cable son:

- Sección: 150 mm<sup>2</sup>
- Aislamiento: Seco extruido del tipo HEPR
- Nivel de aislamiento: 12/20 KV
- Cubierta exterior: Capa de PVC
- Resistencia máxima a 20°C: 0,206 Ω/Km.
- Reactancia a 50 Hz: 0,123 Ω/Km.
- Capacidad: 0,334 F/km
- Intensidad máxima admisible: 315 A.
- Intensidad de cortocircuito: 19,8 KA (durante 0,5 seg)

La reactancia se refiere a un terno de cables unipolares en contacto mutuo

##### **1.8.1.2.2. AISLAMIENTOS**

Los conductores serán aislados en seco para una tensión de 20 KV. El aislamiento será de Etileno-propileno de alto módulo (HEPR), siendo la cubierta de poliolefina termoplástica.

Se trata de un material que resiste perfectamente la acción de la humedad y además posee la estructura de una goma. Es un cable idóneo para instalaciones subterráneas en suelos húmedos, incluso por debajo del nivel freático. Debido a su reducido diámetro y a la mejor manejabilidad de la goma HEPR, es un cable adecuado para instalaciones en las que el recorrido sea muy sinuoso.

### **1.8.1.2.3. ACCESORIOS**

Los empalmes y terminales serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberá aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.). Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo el manual técnico de Iberdrola correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante. El tubo para la canalización se empleará tubos de PVC de 160mm de diámetro

### **1.8.1.2.4. PROTECCIONES ELÉCTRICAS DE PRINCIPIO Y FIN DE LÍNEA**

Al inicio de la línea en punto de acometida se colocarán las debidas protecciones contra sobretensiones y cortocircuitos (Fusibles y interruptores de seccionamiento). La línea al final irá conectada a un centro de transformación con las debidas protecciones en sus celdas de M.T. El anillo que enlazará todos los centros de transformación, irá protegido para la salida y entrada de la línea mediante las celdas de M.T. correspondientes a cada centro de transformación.

### **1.8.1.3. ZANJAS Y SISTEMA DE ENTERRAMIENTO**

La Línea Subterránea de M.T. irá directamente enterrada bajo la acera a una profundidad de 1 metro y una anchura como mínimo de 0,35 metros. Nunca se instalará bajo la calzada excepto en los cruces, y evitando siempre los ángulos pronunciados. Los cruces de las calzadas serán perpendiculares al eje de la calzada o vial e irán con tubos de 160 mm de diámetro para introducir los cables. Por otra parte se colocarán arquetas cada 40 metros para la inspección y tendido de los conductores.

#### **1.8.1.3.1. MEDIDAS DE SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD**

- Disposición de canalización enterrada:

A una distancia mínima del suelo de 0,10 metros y a la parte superior del cable de 0.25 m se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos, también se pondrá un tubo de 160 mm de diámetro como protección mecánica, éste podrá ser usado como conducto de cables de control y redes multimedia.

- Disposición de canalización enterrada en cruces:

La canalización deberá tener una señalización colocada de la misma forma que la indicada en el apartado anterior o marcado sobre el propio tubo, para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

#### **1.8.1.4. PUESTA A TIERRA**

- Puesta a tierra de las cubiertas metálicas:

Se conectarán a tierra las pantallas y armaduras de todas las fases en cada uno de los extremos y en puntos intermedios. Esto garantiza que no existan tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.

- Pantallas:

En el caso de pantallas de cables unipolares se conectarán las pantallas a tierra en ambos extremos. Se pondrá a tierra las pantallas metálicas de los cables al realizar cada uno de los empalmes y terminaciones. De esta forma, en el caso de un defecto a masa lejano, se evitará la transmisión de tensiones peligrosas.

### 1.8.2 RED DE BAJA TENSIÓN

La red de distribución de baja tensión para suministro de energía eléctrica a las viviendas de tipo unifamiliar y colectivo, así como la alimentación de las zona ajardinadas y de equipamientos social y deportivo.

#### 1.8.2.1. TRAZADO

El trazado de la red de baja tensión se realizara por todo su recorrido mediante cables entubados

##### 1.8.2.1.1. LONGITUD

Las longitudes de los anillos que parten de cada transformador es la siguiente:

CT	anillo	longitud	anillo	longitud
1	1	467,9	2	286,2
2	1	323,09	2	275,345
3	1	256,39	2	166,61
4	1	142,1	2	166,32
5	1	221,65	2	234,2
CTR	1	283,27	2	368,415

Longitud total: 3191,49 metros

##### 1.8.2.1.2. INICIO Y FINAL DE LA LÍNEA

El inicio y fin de la línea de cada anillo se da desde el mismo transformador de donde sales teniendo este sus respectivas protecciones de fusibles.

##### 1.8.2.1.3. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.

Cruzamientos:

Se evitarán cruzamientos con L.S.M.T. y alcantarillado, solo con las calles. Si en algún punto se cruzase con la red general de alcantarillado, este cruce se realizará entubado al igual que el de calzadas y se procurará que sea siempre por encima de las mismas.

- Calles y Carreteras: Los conductores se colocarán en conductos protectores recubiertos de hormigón a una profundidad mínima de 0.8 metros.

- Otros conductores de energía: En los cruzamientos de los conductores con otros de Alta Tensión la distancia entre ellos deberá de ser como mínimo de 0,25m.

- Con Canalizaciones de Agua: Los conductores se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 0,20 m.

#### Canalización Entubada:

En estas canalizaciones el cable irá entubado en todo parte de su trazado.

Estarán constituidos por tubos termoplásticos, hormigonados y debidamente enterrados en zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en las NI 52.95.02 y NI 52.95.03.

El diámetro interior de los tubos será 1,5 veces el cable y como mínimo de 100 mm.

En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán de arquetas registrables o cerradas, para facilitar la manipulación.

Las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas por sus extremos, a la entrada de la arqueta.

La zanja tendrá una anchura mínima de 35 cm para la colocación de un tubo recto de 160 mm<sup>2</sup>, aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar.

Las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas por sus extremos, a la entrada de la arqueta, el sellado de los tubos ocupados se realizará con espuma de poliuretano o cualquier otro procedimiento autorizado por Iberdrola.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos, o tres planos y con una separación entre ellos de 2 cm, tanto en su proyección vertical como horizontal, la separación entre tubos y paredes de zanja deberá ser de 5cm.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad de 0,6 metros, tomada desde la rasante del terreno a la parte superior del tubo.

En los casos de tubos de distintos tamaños, se colocarán de forma que los de mayor diámetro ocupen el plano inferior y los laterales.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 5 cm de espesor de hormigón H-200, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón H-200 con un espesor de 10 cm por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará hormigón H-200, evitando que se produzca discontinuidad del cimiento debido a la colocación de las piedras, si no hay piedra disponible se utilizará hormigón H-250.

Empalmes y conexiones:

Los empalmes y conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento. Así mismo deberá quedar perfectamente asegurada su estanqueidad y resistencia contra la corrosión que puede originar el terreno.

### **1.8.2.2. PUESTA A TIERRA Y CONTINUIDAD DEL NEUTRO**

El conductor de neutro de las redes subterráneas de distribución pública se conectará a tierra en el Centro de Transformación, aunque fuera del Centro es aconsejable su puesta a tierra en otros puntos de la red, con objeto de disminuir su resistencia global a tierra.

La continuidad del conductor neutro quedará asegurada en todo momento, siendo de aplicación para ello lo dispuesto a continuación:

- El neutro se conectará a tierra a lo largo de la red, por lo menos cada 200 m y en las cajas generales de protección, consistiendo dicha puesta a tierra en una pica, unida al borde del neutro mediante conductor aislado de 50 mm<sup>2</sup> de CU, como mínimo.

- El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que esta interrupción sea realizada por uno de los dispositivos siguientes:

1. Interruptor o seccionador que actúen sobre el neutro al mismo tiempo que en las fases, o que establezcan la conexión del neutro antes que las fases y desconecten estas antes que el neutro.

2. Unión inmóvil en el neutro próximas a los interruptores o Seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas y que solo pueden ser accionadas mediante herramientas especiales, no debiendo ser seccionado el neutro sin haber sido antes las fases, ni conectas estas sin haberlo sido previamente el neutro.

### **1.8.3. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN**

#### **1.8.3.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PFU-5**

##### **1.8.3.1.1 OBRA CIVIL**

##### **1.8.3.1.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

Edificio de Transformación: PFU-5

- Descripción

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

La principal ventaja que presentan estos edificios prefabricados es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de

obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

#### - Envolvente

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

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

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

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

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

#### - Placa piso

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

#### - Accesos

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

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

#### - Ventilación

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

- Acabado

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

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

- Calidad

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

- Alumbrado

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

- Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación

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

#### Características Detalladas

Nº de transformadores: 1

Nº reserva de celdas: 1

Tipo de ventilación: Doble

Puertas de acceso peatón: 1 puerta de acceso

Dimensiones exteriores

Longitud: 4460 mm

Fondo: 2380 mm

Altura: 3045 mm

Altura vista: 2585 mm

Peso: 13465 kg

Dimensiones interiores

Longitud: 4280 mm

Fondo: 2200 mm

Altura: 2355 mm

Dimensiones de la excavación

Longitud: 5260 mm

Fondo: 3180 mm

Profundidad: 560 mm

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

### **1.8.3.1.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.**

#### **1.8.3.1.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN.**

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

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,1 kA eficaces.

#### **1.8.3.1.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA MT**

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

- Celdas:CGMCOISMOS

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

- Construcción:

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

3 Divisores capacitivos de 24 kV.

Bridas de sujección de cables de Media Tensión diseñadas para sujección de cables unipolares de hasta 630 mm<sup>2</sup> y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

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

- Seguridad:

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

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

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

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

Grados de Protección:

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

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

- Enclavamientos

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

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

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

- a) a tierra y entre fases 50 kV
- b) a la distancia de seccionamiento 60 kV

Impulso tipo rayo

- a) a tierra y entre fases 125 kV
- b) a la distancia de seccionamiento 145 kV

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

### **1.8.3.1.2.3 CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LA APARAMENTA MT Y TRANSFORMADORES.**

### 1.8.3.1.2.3.1 ENTRADA / SALIDA 1: CGMCOSMOS-L INTERRUPTOR-SECCIONADOR

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo.

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

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada: 630 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento
- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte
- Corriente principalmente activa: 630 A

Características físicas:

- Ancho: 365 mm
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 95 kg
- Otras características constructivas :
- Mecanismo de maniobra interruptor: motorizado tipo BM
- Unidad de Control Integrado: ekorRCI-2002B

### 1.8.3.1.2.3.2 ENTRADA / SALIDA 2: CGMCOSMOS-L INTERRUPTOR-SECCIONADOR

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

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

Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
  - Intensidad asignada: 630 A
  - Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
  - Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
  - Nivel de aislamiento
  - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV
  - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV
  - Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
  - Capacidad de corte
- Corriente principalmente activa: 630 A

- Características físicas:

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

- Otras características constructivas

- Mando interruptor: motorizado tipo BM
- Unidad de Control Integrado: ekorRCI-2002B

#### **1.8.3.1.2.3.3 PROTECCIÓN TRANSFORMADOR 1: CGMCOSMOS-P PROTECCIÓN FUSIBLES**

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

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

Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
- Intensidad asignada en la derivación: 200 A
- Intensidad fusibles: 3x25 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA

- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

- a) a tierra y entre fases: 50 kV

Impulso tipo rayo

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

- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA

- Capacidad de corte

Corriente principalmente activa: 400 A

- Características físicas:

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

- Otras características constructivas:

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

#### **1.8.3.1.2.3.4 TRANSFORMADOR 1: TRANSFORMADOR ACEITE 24 KV**

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

- Otras características constructivas

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

#### **1.8.3.1.2.4 CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS CUADROS DE BT**

Cuadros BT - B2 Transformador 1: CBTO

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

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

- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares

En la parte superior de CBTO-C existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasa muros tetra polar, evitando la penetración del agua al interior. CBTO incorpora 4 seccionadores unipolares para seccionar las barras.

- Zona de salidas

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

- Características eléctricas

1. Tensión asignada de empleo: 440 V
2. Tensión asignada de aislamiento: 500 V
3. Intensidad asignada en los embarrados: 1600 A
4. Frecuencia asignada: 50 Hz
5. Nivel de aislamiento
6. Frecuencia industrial (1 min)
7. Intensidad Asignada de duración 1 s: 24 kA
8. Intensidad Asignada de Cresta: 50,5 kA

Características constructivas:

- a) Anchura: 1000 mm
- b) Altura: 1360 mm
- c) Fondo: 350 mm

- Otras características:

- d) Salidas de Baja Tensión: 4 salidas (4 x 400 A)

#### **1.8.3.1.2.5 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE MT Y BT**

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

- Interconexiones de MT:

Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV  
Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al.

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

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

- Interconexiones de BT:

Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes transformador-cuadro

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

- Defensa de transformadores:

Defensa de Transformador 1: Protección física transformador  
Protección metálica para defensa del transformador.

- Equipos de iluminación:

Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación  
Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros. Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

#### **1.8.3.1.3 MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.**

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

#### **1.8.3.1.4 PUESTA A TIERRA**

##### **1.8.3.1.4.1 TIERRA DE PROTECCIÓN.**

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

##### **1.8.3.1.4.2 TIERRA DE SERVICIO.**

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

##### **1.8.3.1.5 INSTALACIONES SECUNDARIAS.**

- Armario de primeros auxilios

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

- Medidas de seguridad

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

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

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

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

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

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

### **1.8.3.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN MINIBLOCK.**

#### **1.8.3.2.1 OBRA CIVIL**

El Centro de Transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos. Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

##### **1.8.3.2.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

Edificio de Transformación: Miniblock - 24

- Descripción

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

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

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

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

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

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

#### - Envoltente

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

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. 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 envoltente.

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

#### - Características Detalladas

Nº de transformadores: 1

Puertas de acceso peatón: 1 puerta

Dimensiones exteriores

Longitud: 2100 mm

Fondo: 2100 mm

Altura: 2240 mm

Altura vista: 1540 mm

Peso: 7500 kg

Dimensiones de la excavación

Longitud: 4300 mm

Fondo: 4300 mm

Profundidad: 800 mm

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

### **1.8.3.2.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.**

#### **1.8.3.2.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN.**

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

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,1 kA eficaces.

#### **1.8.3.2.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA MT**

- Celdas: CGMCOSMOS-2L1P

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

- Celdas CGMCOSMOS

El sistema CGMCOSMOS compacto es un equipo para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema CGMCOSMOS modular, extensible "in situ" a izquierda y derecha.

Sus embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ORMAZABAL y denominados ORMALINK, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). Incorpora tres funciones por cada módulo en una única cuba llena de gas, en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y el embarrado.

- Base y frente

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

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

Lleva además un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

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

#### - Cuba

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

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del Centro de Transformación. La cuba es única para las tres posiciones con las que cuenta la celda CGMCOSMOS y en su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puestas a tierra, tubos portafusibles).

#### - Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

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

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

#### - Mando

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

#### - Fusibles (Celda CGMCOSMOS-P)

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

#### - Conexión de cables

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

#### - Enclavamientos

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

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

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

a) a tierra y entre fases 50 kV

b) a la distancia de seccionamiento 60 kV

Impulso tipo rayo

a) a tierra y entre fases 125 kV

b) a la distancia de seccionamiento 145 kV

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

#### **1.8.3.2.2.3 CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LA APARAMENTA MT Y TRANSFORMADORES.**

- Entrada/Salida1, Entrada/Salida2,PT1: CGMCOSMOS-2LP

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

CGMCOSMOS-2LP es un equipo compacto para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema CGMCOSMOS.

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

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

La posición de protección con fusibles incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador igual al antes descrito, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados con ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar

un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Transformador 1: Transformador aceite 24 kV

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

- Otras características constructivas:

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

#### **1.8.3.2.2.4 CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS CUADROS DE BT**

- Cuadros BT - B2 Transformador 1: CBTO

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

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

Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares

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

- Zona de salidas

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

- Características eléctricas

- Tensión asignada de empleo: 440 V
- Tensión asignada de aislamiento: 500 V
- Intensidad asignada en los embarrados: 1600 A

- Frecuencia asignada: 50 Hz
- Nivel de aislamiento  
Frecuencia industrial (1 min)  
a) a tierra y entre fases: 10 kV  
b) entre fases: 2,5 kV
- Intensidad Asignada de Corta duración 1 s: 24 kA
- Intensidad Asignada de Cresta: 50,5 kA

- Características constructivas:

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

- Salidas de Baja Tensión: 5 salidas (5 x 400 A)

#### **1.8.3.2.2.5 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE MT Y BT**

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 aparata.

- Interconexiones de MT:

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

- Interconexiones de BT:

Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes transformador-cuadro

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

- Equipos de iluminación:

Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación

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

### **1.8.3.2.3 MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.**

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

### **1.8.3.2.4 UNIDADES DE PROTECCIÓN, AUTOMÁTICO Y CONTROL.**

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

### **1.8.3.2.5 PUESTA A TIERRA**

#### **1.8.3.2.5.1 TIERRA DE PROTECCIÓN.**

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

#### **1.8.3.1.5.2 TIERRA DE SERVICIO.**

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

#### **1.8.3.1.6 INSTALACIONES SECUNDARIAS.**

##### **- Alumbrado**

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

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

##### **- Medidas de seguridad**

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

1. No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
2. Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

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

4. Los mandos de la 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.

### **1.9 CONCLUSION**

Con lo anteriormente expuesto y los documentos que se acompañan, el técnico que suscribe da por finalizada la presente Memoria

**Cartagena, septiembre de 2013**

**Rafael López Gómez**

## 2.1 RED DE BAJA TENSIÓN

### 2.1.1 PREVISION DE POTENCIAS

### 2.1.2 CENTRO DE TRASNFORMACION 1

#### 2.1.2.1 ANILLO 1

##### 2.1.2.1.1 PREVISION DE POTENCIA

##### 2.1.2.1.2 INTENSIDAD

##### 2.1.2.1.3 CAIDAS DE TENSION

##### 2.1.2.1.4 TABLAS DE TENDIDO Y RESULTADO DE CALCULOS

#### 2.1.2.2 ANILLO 2

##### 2.1.2.2.1 PREVISION DE POTENCIA

##### 2.1.2.2.2 INTENSIDAD

##### 2.1.2.2.3 CAIDAS DE TENSION

##### 2.1.2.2.4 TABLAS DE TENDIDO Y RESULTADO DE CALCULOS

### 2.1.3 CENTRO DE TRASNFORMACION 2

#### 2.1.3.1 ANILLO 1

##### 2.1.3.1.1 PREVISION DE POTENCIA

##### 2.1.3.1.2 INTENSIDAD

##### 2.1.3.1.3 CAIDAS DE TENSION

##### 2.1.3.1.4 TABLAS DE TENDIDO Y RESULTADO DE CALCULOS

#### 2.1.3.2 ANILLO 2

##### 2.1.3.2.1 PREVISION DE POTENCIA

##### 2.1.3.2.2 INTENSIDAD

##### 2.1.3.2.3 CAIDAS DE TENSION

##### 2.1.3.2.4 TABLAS DE TENDIDO Y RESULTADO DE CALCULOS

### 2.1.4 CENTRO DE TRASNFORMACION 3

#### 2.1.4.1 ANILLO 1

##### 2.1.4.1.1 PREVISION DE POTENCIA

##### 2.1.4.1.2 INTENSIDAD

##### 2.1.4.1.3 CAIDAS DE TENSION

##### 2.1.4.1.4 TABLAS DE TENDIDO Y RESULTADO DE CALCULOS

#### 2.1.4.2 ANILLO 2

##### 2.1.4.2.1 PREVISION DE POTENCIA

##### 2.1.4.2.2 INTENSIDAD

##### 2.1.4.2.3 CAIDAS DE TENSION

##### 2.1.4.2.4 TABLAS DE TENDIDO Y RESULTADO DE CALCULOS

### 2.1.5 CENTRO DE TRASNFORMACION 4

#### 2.1.5.1 ANILLO 1

##### 2.1.5.1.1 PREVISION DE POTENCIA

##### 2.1.5.1.2 INTENSIDAD

##### 2.1.5.1.3 CAIDAS DE TENSION

##### 2.1.5.1.4 TABLAS DE TENDIDO Y RESULTADO DE CALCULOS

#### 2.1.5.2 ANILLO 2

##### 2.1.5.2.1 PREVISION DE POTENCIA

##### 2.1.5.2.2 INTENSIDAD

##### 2.1.5.2.3 CAIDAS DE TENSION

##### 2.1.5.2.4 TABLAS DE TENDIDO Y RESULTADO DE CALCULOS

### 2.1.6 CENTRO DE TRASNFORMACION 5

#### 2.1.6.1 ANILLO 1

##### 2.1.6.1.1 PREVISION DE POTENCIA

##### 2.1.6.1.2 INTENSIDAD

- 2.1.6.1.3 CAIDAS DE TENSION
- 2.1.6.1.4 TABLAS DE TENDIDO Y RESULTADO DE CALCULOS
- 2.1.6.2 ANILLO 2
  - 2.1.6.2.1 PREVISION DE POTENCIA
  - 2.1.6.2.2 INTENSIDAD
  - 2.1.6.2.3 CAIDAS DE TENSION
  - 2.1.6.2.4 TABLAS DE TENDIDO Y RESULTADO DE CALCULOS
- 2.1.7 CENTRO DE TRASNFORMACION CRM
  - 2.1.7.1 ANILLO 1
    - 2.1.7.1.1 PREVISION DE POTENCIA
    - 2.1.7.1.2 INTENSIDAD
    - 2.1.7.1.3 CAIDAS DE TENSION
    - 2.1.7.1.4 TABLAS DE TENDIDO Y RESULTADO DE CALCULOS
  - 2.1.7.2 ANILLO 2
    - 2.1.7.2.1 PREVISION DE POTENCIA
    - 2.1.7.2.2 INTENSIDAD
    - 2.1.7.2.3 CAIDAS DE TENSION
    - 2.1.7.2.4 TABLAS DE TENDIDO Y RESULTADO DE CALCULOS
- 2.2 RED DE MEDIA TENSION**
  - 2.2.1CALCULOS ELECTRICOS DE LA LÍNEA EN ANILLO
    - 2.2.1.1 PREVISION DE POTENCIA
    - 2.2.1.2 INTENSIDAD Y DENSIDAD DE CORRIENTE
    - 2.2.1.3 REACTANCIA
    - 2.2.1.4 CAIDA DE TENSION
    - 2.2.1.5 OTRAS CARACTERISITCAS ELECTRICAS
    - 2.2.1.6 TABLAS RESULTADOS DE DATOS
    - 2.2.1.7 ANÁLISIS DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR POR TUBERÍAS, RAÍLES, VALLAS, CONDUCTORES DE NEUTRO, BLINDAJES DE CABLES, CIRCUITOS DE SEÑALIZACIÓN Y DE LOS PUNTOS ESPECIALMENTE PELIGROSOS Y ESTUDIO DE LAS FORMAS DE ELIMINACIÓN O REDUCCIÓN.
  - 2.2.2CALCULOS ELECTRICOS DE LA LINEA DE ACOMETIDA
    - 2.2.2.1 PREVISION DE POTENCIA
    - 2.2.2.2 INTENSIDAD Y DENSIDAD DE CORRIENTE
    - 2.2.2.3 REACTANCIA
    - 2.2.2.4 CAIDA DE TENSION
    - 2.2.2.5 OTRAS CARACTERISITCAS ELECTRICAS
    - 2.2.2.6 TABLAS RESULTADOS DE DATOS
    - 2.2.2.7 ANÁLISIS DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR POR TUBERÍAS, RAÍLES, VALLAS, CONDUCTORES DE NEUTRO, BLINDAJES DE CABLES, CIRCUITOS DE SEÑALIZACIÓN Y DE LOS PUNTOS ESPECIALMENTE PELIGROSOS Y ESTUDIO DE LAS FORMAS DE ELIMINACIÓN O REDUCCIÓN.
  - 2.2.3CALCULOS ELECTRICOS DE LA LINEA CTR - CT ABONADO
    - 2.2.3.1 PREVISION DE POTENCIA
    - 2.2.3.2 INTENSIDAD Y DENSIDAD DE CORRIENTE
    - 2.2.3.3 REACTANCIA
    - 2.2.3.4 CAIDA DE TENSION
    - 2.2.3.5 OTRAS CARACTERISITCAS ELECTRICAS
    - 2.2.3.6 TABLAS RESULTADOS DE DATOS

2.2.3.7 ANÁLISIS DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR POR TUBERÍAS, RAÍLES, VALLAS, CONDUCTORES DE NEUTRO, BLINDAJES DE CABLES, CIRCUITOS DE SEÑALIZACIÓN Y DE LOS PUNTOS ESPECIALMENTE PELIGROSOS Y ESTUDIO DE LAS FORMAS DE ELIMINACIÓN O REDUCCIÓN.

## 2.3 CENTROS DE TRANSFORMACION

### 2.3.1 CENTROS DE TRANSFORMACION TIPO miniBLOCK

2.3.1.1 INTENSIDAD DE ALTA TENSION

2.3.1.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

2.3.1.3 CORTOCIRCUITOS

2.3.1.3.1 OBSERVACIONES

2.3.1.3.2 CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.

2.3.1.3.2.1 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.

2.3.1.3.2.1 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.

2.3.1.4 SELECCIÓN DE FUSIBLES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.

2.3.1.5 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

2.3.1.5.1 DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.

2.3.1.5.2 DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.

2.3.1.5.3 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.

2.3.1.5.4 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA.

2.3.1.5.5 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO DE LA INSTALACIÓN.

2.3.1.5.6 CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.

2.3.1.5.7 ANÁLISIS DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR POR TUBERÍAS RAÍLES, VALLAS, CONDUCTORES DE NEUTRO, BLINDAJES DE CABLES, CIRCUITOS DE SEÑALIZACIÓN Y DE LOS PUNTOS ESPECIALMENTE PELIGROSOS Y ESTUDIO DE LAS FORMAS DE ELIMINACIÓN O REDUCCIÓN.

### 2.3.2 CENTROS DE TRANSFORMACION TIPO PFU-5

2.3.2.1 INTENSIDAD DE ALTA TENSION

2.3.2.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

2.3.2.3 CORTOCIRCUITOS

2.3.2.3.1 OBSERVACIONES

2.3.2.3.2 CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.

2.3.2.3.2.1 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.

2.3.2.3.2.1 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.

2.3.2.4 SELECCIÓN DE FUSIBLES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.

2.3.2.5 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

2.3.2.5.1 DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.

2.3.2.5.2 DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.

2.3.2.5.3 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.

2.3.2.5.4 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA.

2.3.2.5.5 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO DE LA INSTALACIÓN.

2.3.2.5.6 CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.

2.3.2.5.7 ANÁLISIS DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR POR TUBERÍAS RAÍLES, VALLAS, CONDUCTORES DE NEUTRO, BLINDAJES DE CABLES, CIRCUITOS DE SEÑALIZACIÓN Y DE LOS PUNTOS ESPECIALMENTE PELIGROSOS Y ESTUDIO DE LAS FORMAS DE ELIMINACIÓN O REDUCCIÓN.

## 2.1 RED DE BAJA TENSION

### 2.1.1 PREVISION DE POTENCIAS

El cómputo de potencias se realiza en base al tipo de electrificación, básica o elevada, y al uso final destinado de cada una de las parcelas del polígono residencial, este se muestra en la siguiente tabla:

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

#### PARCELA 1

11 viviendas con electrificación elevada 9,2Kw/viv

Potencia total=101,2 Kw

#### PAERCELA 2

95 viviendas con electrificación básica 5,75Kw/viv repartidas en 9 escaleras con ascensor y servicios generales.

En este caso se redistribuye 4 escaleras de 10 viviendas. Potencia por escalera: 56,825Kw y 5 escaleras con 11 viviendas. Potencia por escalera: 60,85kW

Potencia total: 531,55kW

#### PARCELA 3

97 viviendas con electrificación básica 5,75Kw/viv repartidas en 9 escaleras con ascensor y servicios generales.

En este caso se redistribuye 2 escaleras de 10 viviendas. Potencia por escalera: 56,825Kw y 7 escaleras con 11 viviendas. Potencia por escalera: 60,85kW

Potencia total: 539.6kW

#### PARCELA 4

20 viviendas con electrificación elevada 9,2Kw/viv

Potencia total: 184 Kw

#### PARCELA 5

24 viviendas con electrificación elevada 9,2Kw/viv

Potencia total: 220,8 Kw

#### PARCELA 6A

17 viviendas con electrificación elevada 9,2Kw/viv

Potencia total: 156,4 Kw

#### PARCELA 6B

14 viviendas con electrificación elevada 9,2Kw/viv

Potencia total: 128,8Kw

#### PARCELA 7

32 viviendas con electrificación elevada 9,2Kw/viv

Potencia total: 294,4 Kw

#### PARCELA 8

24 viviendas con electrificación elevada 9,2Kw/viv

Potencia total: 220,8 Kw

#### PARCELA 9

23 viviendas con electrificación elevada 9,2Kw/viv

Potencia total: 211,6 Kw

#### JARDINES

En todos los jardines se ha tenido en cuenta que se instalaran luminarias Na (factor 1,8) con una estimación de potencia de 0,1kw por cada 30 metros cuadrados de superficie.

#### JARDIN 1EL

Esta parcela cuanta con una superficie de 3810,1 metros cuadrados

Potencia total: 22,86kW

#### JARDIN 2EL

Esta parcela cuanta con una superficie de 3455,38 metros cuadrados

Potencia total: 20,73 kW

#### JARDIN 3EL

Esta parcela cuanta con una superficie de 1935,3 metros cuadrados

Potencia total: 11,62 kW

#### JARDIN 4EL

Esta parcela cuanta con una superficie de 2099,19 metros cuadrados

Potencia total: 12,6 kW

#### EQUIPAMIENTO SOCIAL

Se estima una potencia de 10 vatios por metro cuadrado de superficie de la parcela en la cual se instalara este centro, esta parcela tiene una superficie total de 4351,1 metros cuadrados.

Potencia total: 43,51kw

#### EQUIPAMIENTO EDUCATIVO

Se estima una potencia de 5 vatios por metro cuadrado de superficie de la parcela en la cual se instalara este centro, esta parcela tiene una superficie total de 15071,05 metros cuadrados.

Potencia total: 75,36 KW

#### POTENCIA TOTAL ESTIMADA EN EL POLIGONO RESIDENCIAL

Se prevé una potencia total de 2815,83Kw.

## 2.1.2 CENTRO DE TRANSFORMACION 1

Este centro de transformación alimenta a través de dos líneas en anillo a las 24 viviendas de electrificación elevada de la parcela 8, al jardín 4EL, al centro de equipamiento social, al centro de equipamiento educativo y a 15 viviendas de electrificación elevada de la parcela 7

### 2.1.2.1 ANILLO 1

#### 2.1.2.1.1 PREVISION DE POTENCIA

Esta previsto que este anillo alimente 12 viviendas de electrificación elevada de la parcela 8, el jardín 4EL, al centro de equipamiento social y al centro de equipamiento educativo.

Potencia total  $(12 \times 9,2) + (43,51) + (75,36) + (12,6) = 241,87 \text{ kw}$

#### 2.1.2.1.2 INTENSIDAD

La intensidad se calcula teniendo en cuenta que se trata de una línea en anillo y esta se abrirá en el punto de mínima tensión creando dos ramas.

Rama 1

En esta rama están conectadas la caja general de protección y medida número CGPM 1.1.1 CGPM 1.1.2 lo que supone la potencia del centro educativo y el centro social, teniendo en cuenta el factor de simultaneidad y la relación:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi}$$

Donde:

P Potencia máxima de rama 118,57 kW  
 U Tensión nominal de la red 400 V  
 $\cos \varphi$  Factor de potencia 0,9

Obtenemos que la intensidad que circulara por esta rama es de 190,16 Amperios

Rama 2

En esta rama están conectadas las cajas general de protección y medida número CGPM 1.1.3 CGPM 1.1.4 CGPM 1.1.5 CGPM 1.1.6 CGPM 1.1.7 CGPM 1.1.8 CGPM 1.1.9 lo que supone 12 abonados en electrificación elevada y el jardín 4EL, teniendo en cuenta el factor de simultaneidad y la relación:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi}$$

Donde:

- P Potencia máxima de rama 103,68 kW
- U Tensión nominal de la red 400 V
- $\cos \varphi$  Factor de potencia 0,9

Obtenemos que la intensidad que circulara por esta rama sea de 166,27 Amperios

Teniendo en cuenta los valores suministrados por Iberdrola de las distintas secciones y sus intensidades máximas admisibles seleccionamos la que mas se adecue a nuestra instalación

### Intensidades admisibles

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	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

En nuestro caso tomamos la sección de 240mm<sup>2</sup> ahora comprobamos su validez teniendo en cuenta las condiciones de la instalación.

- Temperatura del terreno 25
- Temperatura ambiente 40
- Resistencia térmica del terreno 1,5km/w
- Profundidad de soterramiento 0,80
- Agrupación de cables entubados 2 circuitos en contacto

Estas condiciones distintas a las de la instalación tipo hacen que se deba aplicar sobre la intensidad máxima admisible las correcciones.

$$I_{adm} = I \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5$$

- I=305A
- K<sub>1</sub>=1
- K<sub>2</sub>=1
- K<sub>3</sub>=1
- K<sub>4</sub>=0,99
- K<sub>5</sub>=0,87

$$I_{adm} = 262 > 190,16 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 262 > 166,27 \text{ A}$$

Protecciones de sobreintensidad

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

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

Rama 1: Fusible 200 A Longitud máxima 326 > 146,28m

Rama 2: Fusible 200 A Longitud máxima 326 > 248m

### 2.1.2.1.3 CAIDAS DE TENSION

Para el cálculo de la caída de tensión es necesario calcular primero el punto de mínima tensión, en la siguiente tabla se muestran los cálculos necesarios y el resultado en metros del punto de mínima tensión.

Datos correspondientes a		CT	1					
		Anillo	1					
DISTANCIAS EN METROS								
CT-1	c1-c2	c2-c3	c3-c4	c4-c5	c5-c6	c6-c7	c7-c8	c8-c9
55,13	91,145	73,625	32,395	33,4	33,4	16,7	33,4	33,4
Ct-1	CT-2	Ct-3	CT-4	CT-5	CT-6	CT-7	CT-8	CT-9
55,13	146,275	219,9	252,295	285,695	319,095	335,795	369,195	402,595
POTENCIAS EN KILOVATIOS								
c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9
43,51	75,36	12,6	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4
LCTxc1	2398,7063	LCTc5xc5	5256,788	LCTc9xc9	7407,748	Potencia total		241,87
LCTc2xc2	11023,284	LCTc6xc6	5871,348	Epl =	52342,6583	Punto de minima tension		
LCTc3xc3	2770,74	LCTc7xc7	6178,628			216,4		
LCTc4xc4	4642,228	LCTc8xc8	6793,188					

La distancia del punto de mínima tensión al centro de transformación es 216,4 metros.

En este punto abrimos el anillo y creamos dos ramas

A través de las características del conductor y la expresión del cálculo de la caída de tensión calculamos la caída de tensión en ambas ramas del anillo.

Características Conductor Al-Rv	
Sección	240
Resistencia	0,125
Impedancia	0,07

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

Donde:

- $\Delta U$  Caída de tensión [%]
- W Potencia [W]
- L Longitud [m]
- U Tensión compuesta [V]
- R Resistencia del conductor [ $\Omega$ /km]
- X Reactancia a frecuencia 50 Hz en [ $\Omega$ /km]

Rama1					Rama2				
Tramo	Potencia	Longitud	%AU	%AU Origen	Tramo	Potencia	Longitud	%AU	%AU Origen
CT-a	118,57	55,13	0,649192792	0,64919279	CT-a	103,68	65,305	0,672438079	0,67243808
a-b	75,36	91,145	0,682157433	1,33135022	a-b	90,8	33,4	0,301191833	0,97362991
					b-c	77	33,4	0,255415982	1,22904589
					c-d	62,28	16,7	0,103294204	1,3323401
					d-e	47,56	33,4	0,157760832	1,49010093
					e-f	31	33,4	0,102829811	1,59293074
					f-g	12,6	32,395	0,040537728	1,63346847

Rama 1 caída de tensión 1,33% < 5%

Rama 2 caída de tensión 1,63% < 5%

#### 2.1.2.1.4 TABLAS DE TENDIDO Y RESULTADO DE CALCULOS

	Rama 1	Rama 2
Intensidad	190,16 A	166,27 A
Intensidad máxima Admisible		262 A
Protección	Fusible gG 200 A	Fusible gG 200 A
Caída de Tensión	1,33%	1,63%
Punto de mínima Tensión		216,4m
Longitud de la Línea	146,28 m	248 m
Longitud máxima frente a cortocircuito	326	326
Cable	RV 0.6/1 kv 3 x 240 + 1 x 150 mm <sup>2</sup>	

## 2.1.2.2 ANILLO 2

### 2.1.2.2.1 PREVISION DE POTENCIA

Esta previsto que este anillo alimente 27 viviendas de electrificación elevada de la parcela 8 y 7..

Potencia total (27x9,2)=248,4 kw

### 2.1.2.2.2 INTENSIDAD

La intensidad se calcula teniendo en cuenta que se trata de una línea en anillo y esta se abrirá en el punto de mínima tensión creando dos ramas.

#### Rama 1

En esta rama están conectadas la caja general de protección y medida numero CGPM 1.2.1 CGPM 1.2.2 CGPM 1.2.3 CGPM 1.2.4 CGPM 1.2.5 CGPM 1.2.6 CGPM 1.2.7 lo que supone 14 abonados en electrificación elevada, teniendo en cuenta el factor de simultaneidad y la relación:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi}$$

Donde:

P Potencia máxima de rama 103,96 kW

U Tensión nominal de la red 400 V

cos  $\varphi$  Factor de potencia 0,9

Obtenemos que la intensidad que circulara por esta rama es de 166,73 Amperios

#### Rama 2

En esta rama están conectadas las caja general de protección y medida numero CGPM 1.1.8 CGPM 1.1.9 CGPM 1.1.10 CGPM 1.1.11 CGPM 1.1.12 CGPM 1.1.13 CGPM 1.1.14 lo que supone 13 abonados en electrificación elevada, teniendo en cuenta el factor de simultaneidad y la relación:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi}$$

Donde:

P Potencia máxima de rama 97,52 kW

U Tensión nominal de la red 400 V

cos  $\varphi$  Factor de potencia 0,9

Obtenemos que la intensidad que circulara por esta rama sea de 156,39 Amperios

Teniendo en cuenta los valores suministrados por Iberdrola de las distintas secciones y sus intensidades máximas admisibles seleccionamos la que mas se adecue a nuestra instalación

Intensidades admisibles

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	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

En nuestro caso tomamos la sección de 150mm<sup>2</sup> ahora comprobamos su validez teniendo en cuenta las condiciones de la instalación.

- Temperatura del terreno 25
- Temperatura ambiente 40
- Resistencia térmica del terreno 1,5km/w
- Profundidad de soterramiento 0,90
- Agrupación de cables entubados 3 circuitos en contacto

Estas condiciones distintas a las de la instalación tipo hacen que se deba aplicar sobre la intensidad máxima admisible las correcciones.

$$I_{adm} = I \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5$$

- I=230A
- K<sub>1</sub>=1
- K<sub>2</sub>=1
- K<sub>3</sub>=1
- K<sub>4</sub>=0,98
- K<sub>5</sub>=0,77

$$I_{adm} = 173,56 > 166,73 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 173,56 > 149,63 \text{ A}$$

Protecciones de sobreintensidad

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z \text{ (A)}$		
	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

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 In (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

Rama 1: Fusible 200 A Longitud máxima 212 > 120,57m

Rama 2: Fusible 200 A Longitud máxima 212 > 149,63m

### 2.1.2.2.3 CAIDAS DE TENSION

Para el cálculo de la caída de tensión es necesario calcular primero el punto de mínima tensión, en la siguiente tabla se muestran los cálculos necesarios y el resultado en metros del punto de mínima tensión.

Datos correspondientes a		CT	1												
		Anillo	2												
DISTANCIAS EN METROS															
CT-1	c1-c2	c2-c3	c3-c4	c4-c5	c5-c6	c6-c7	c7-c8	c8-c9	c9-c10	c10-c11	c11-c12	c12-c13	c13-c14		
20	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	23,745	16	16	16	16	16	33,525	11,885		
Ct-1	CT-2	Ct-3	CT-4	CT-5	CT-6	CT-7	CT-8	CT-9	CT-10	CT-11	CT-12	CT-13	CT-14		
20,375	37,075	53,775	70,475	87,175	103,875	127,62	143,62	159,62	175,62	191,62	207,62	241,145	253,03		
POTENCIAS EN KILOVATIOS															
e1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10	c11	c12	c13	c14		
18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	9,2	
LCTx1	374,9	LCTc4xc4	1296,74	LCTc7xc7	2348,208	LCTc10xc10	3231,408	LCTc13xc13	4437,068	punto de minima tension					
LCTc2xc2	682,18	LCTc5xc5	1604,02	LCTc8xc8	2642,608	LCTc11xc11	3525,808	LCTc14xc14	2327,876	129,34					
LCTc3xc3	989,46	LCTc6xc6	1911,3	LCTc9xc9	2937,008	LCTc12xc12	3820,208	Epl =	32128,792						

La distancia del punto de mínima tensión al centro de transformación es 129,34 metros. En este punto abrimos el anillo y creamos dos ramas

A través de las características del conductor y la expresión del cálculo de la caída de tensión calculamos la caída de tensión en ambas ramas del anillo.

Características Conductor Al-Rv	
Sección	150
Resistencia	0,206
Impedancia	0,075

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

Donde:

$\Delta U$  Caída de tensión [%]  
 W Potencia [W]

- L Longitud [m]
- U Tensión compuesta [V]
- R Resistencia del conductor [ $\Omega$ /km]
- X Reactancia a frecuencia 50 Hz en [ $\Omega$ /km]

Rama1					Rama2				
Tramo	Potencia	Longitud	% $\Delta$ U	% $\Delta$ U Origen	Tramo	Potencia	Longitud	% $\Delta$ U	% $\Delta$ U Origen
CT-a	103,96	20,375	0,32080462	0,32080462	CT-a	97,52	40,215	0,59396177	0,59396177
a-b	91,08	16,7	0,23036485	0,55116948	a-b	84,64	11,855	0,15196863	0,7459304
b-c	78,2	16,7	0,19778801	0,74895748	b-c	71,76	33,525	0,36435769	1,1102881
c-d	64,4	16,7	0,16288424	0,91184172	c-d	57,04	16	0,1382217	1,2485098
d-e	49,68	16,7	0,12565356	1,03749528	d-e	42,32	16	0,10255158	1,35106138
e-f	34,96	16,7	0,08842287	1,12591816	e-f	27,6	16	0,06688147	1,41794285
f-g	18,4	16,7	0,04653835	1,17245651	f-g	9,2	16	0,02229382	1,44023667
					g-h	0	0	0	1,44023667

Rama 1 caída de tensión 1,17% < 5%

Rama 2 caída de tensión 1,44% < 5%

#### 2.1.2.2.4 TABLAS DE TENDIDO Y RESULTADO DE CALCULOS

	Rama 1	Rama 2
Intensidad	166,73 A	156,39 A
Intensidad máxima Admisible		174 A
Protección	Fusible gG 200 A	Fusible gG 200 A
Caída de Tensión	1,17%	1,44%
Punto de mínima Tensión		130m
Longitud de la Línea	120,58 m	149,63 m
Longitud máxima frente a cortocircuito	212	212
Cable	RV 0.6/1 kv 3 x 150 + 1 x 95 mm <sup>2</sup>	

#### 2.1.3 CENTRO DE TRANSFORMACION 2

Este centro de transformación alimenta a través de dos líneas en anillo a las 23 viviendas de electrificación elevada de la parcela 9, a las 24 viviendas de electrificación elevada de la parcela 5, el jardín 3El y un centro de mando para alumbrado de viales de 20kw

##### 2.1.3.1 ANILLO 1

###### 2.1.3.1.1 PREVISION DE POTENCIA

Esta previsto que este anillo alimente 23 viviendas de electrificación elevada de la parcela 9, el jardín 3EL y un centro de mando para alumbrado de viales de 20kw

Potencia total  $(23 \times 9,2) + (11,62) + (20) = 243,22$

###### 2.1.3.1.2 INTENSIDAD

La intensidad se calcula teniendo en cuenta que se trata de una línea en anillo y esta abrirá en el punto de mínima tensión creando dos ramas.

Rama 1

En esta rama están conectadas la caja general de protección y medida numero CGPM 2.1.1 CGPM 2.1.2 CGPM 2.1.3 CGPM2.1.4 CGPM 2.1.5 CGPM 2.1.6 lo que supone 7 abonados en electrificación elevada, 20kw del centro de mando y 11,62kw del jardín 3EL, teniendo en cuenta el factor de simultaneidad y la relación:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi}$$

Donde:

- P Potencia máxima de rama 88,66 kW
- U Tensión nominal de la red 400 V
- cos φ Factor de potencia 0,9

Obtenemos que la intensidad que circulara por esta rama es de 142,19 Amperios

Rama 2

En esta rama están conectadas las caja general de protección y medida numero CGPM 2.1.7 CGPM 2.1.8 CGPM 2.1.9 CGPM 2.1.10 CGPM 2.1.11 CGPM 2.1.12 CGPM 2.1.13 CGPM 2.1.14 lo que supone 16 abonados en electrificación elevada, teniendo en cuenta el factor de simultaneidad y la relación:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi}$$

Donde:

- P Potencia máxima de rama 115 kW
- U Tensión nominal de la red 400 V
- cos φ Factor de potencia 0,9

Obtenemos que la intensidad que circulara por esta rama sea de 184,43 Amperios

Teniendo en cuenta los valores suministrados por Iberdrola de las distintas secciones y sus intensidades máximas admisibles seleccionamos la que mas se adecue a nuestra instalación

Intensidades admisibles

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	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

En nuestro caso tomamos la sección de 150mm<sup>2</sup> ahora comprobamos su validez teniendo en cuenta las condiciones de la instalación.

- Temperatura del terreno 25
- Temperatura ambiente 40
- Resistencia térmica del terreno 1,5km/w
- Profundidad de soterramiento 0,80
- Agrupación de cables entubados 2 circuitos en contacto

Estas condiciones distintas a las de la instalación tipo hacen que se deba aplicar sobre la intensidad máxima admisible las correcciones.

$$I_{adm} = I \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5$$

- I=230A
- K<sub>1</sub>=1
- K<sub>2</sub>=1
- K<sub>3</sub>=1
- K<sub>4</sub>=0,99
- K<sub>5</sub>=0,87

$$I_{adm} = 198 > 142,12 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 198 > 184,43 \text{ A}$$

Protecciones de sobreintensidad

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z \text{ (A)}$		
	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

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para tubulares soterradas						
I <sub>cc</sub> I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre I <sub>n</sub> (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

Rama 1: Fusible 160 A Longitud máxima 280 > 183,93m

Rama 2: Fusible 200 A Longitud máxima 212 > 131,86m

**2.1.3.1.3 CAIDAS DE TENSION**

Para el cálculo de la caída de tensión es necesario calcular primero el punto de mínima tensión, en la siguiente tabla se muestran los cálculos necesarios y el resultado en metros del punto de mínima tensión.

Datos correspondientes a		CT	2											
		Anillo	1											
DISTANCIAS EN METROS														
CT-1	c1-c2	c2-c3	c3-c4	c4-c5	c5-c6	c6-c7	c7-c8	c8-c9	c9-c10	c10-c11	c11-c12	c12-c13	c13-c14	
41,53	14,6	14,6	27,61	45,67	39,915	7,3	14,6	14,6	14,6	37,765	14,6	14,6	14,6	
CT-1	CT-2	CT-3	CT-4	CT-5	CT-6	CT-7	CT-8	CT-9	CT-10	CT-11	CT-12	CT-13	CT-14	
41,53	56,13	70,73	98,34	144,01	183,925	191,225	205,825	220,425	235,025	272,79	287,39	301,99	316,59	
POTENCIAS EN KILOVATIOS														
c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10	c11	c12	c13	c14	
18,4	18,4	18,4	20	11,62	9,2	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	
LCTx1	764,152	LCTc5xc5	1673,3962	LCTc9xc9	4055,82	LCTc13xc13	5556,616	Potencia total		243,22				
LCTc2xc2	1032,792	LCTc6xc6	1692,11	LCTc10xc10	4324,46	LCTc14xc14	5825,256	Punto de minima tension						
LCTc3xc3	1301,432	LCTc7xc7	3518,54	LCTc11xc11	5019,336	Epl =	45805,8662	188,33						
LCTc4xc4	1966,8	LCTc8xc8	3787,18	LCTc12xc12	5287,976									

La distancia del punto de mínima tensión al centro de transformación es 188,33 metros. En este punto abrimos el anillo y creamos dos ramas

A través de las características del conductor y la expresión del cálculo de la caída de tensión calculamos la caída de tensión en ambas ramas del anillo.

Características Conductor Al-Rv	
Sección	150
Resistencia	0,206
Impedancia	0,075

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

Donde:

- $\Delta U$  Caída de tensión [%]
- W Potencia [W]
- L Longitud [m]
- U Tensión compuesta [V]
- R Resistencia del conductor [ $\Omega$ /km]
- X Reactancia a frecuencia 50 Hz en [ $\Omega$ /km]

Rama1					Rama2				
Tramo	Potencia	Longitud	% $\Delta U$	% $\Delta U$ Origen	Tramo	Potencia	Longitud	% $\Delta U$	% $\Delta U$ Origen
CT-a	88,66	41,53	0,55765601	0,55765601	CT-a	115	6,5	0,11321082	0,11321082
a-b	73,94	14,6	0,16349672	0,72115273	a-b	103,96	14,6	0,22987718	0,34308799
b-c	59,22	14,6	0,13094773	0,85210046	b-c	91,08	14,6	0,20139682	0,54448481
c-d	40,82	27,61	0,17069317	1,02279363	c-d	78,2	14,6	0,17291646	0,71740127
d-e	20,82	45,67	0,14400861	1,16680224	d-e	64,4	37,765	0,36834272	1,08574399
e-f	9,2	39,915	0,05561612	1,22241836	e-f	49,68	14,6	0,10985281	1,1955968
					f-g	34,96	14,6	0,07730383	1,27290063
					g-h	18,4	14,6	0,04068623	1,31358686

Rama 1 caída de tensión 1,22% < 5%  
 Rama 2 caída de tensión 1,32% < 5%

**2.1.3.1.4 TABLAS DE TENDIDO Y RESULTADO DE CALCULOS**

	Rama 1	Rama 2
Intensidad	142,19 A	184,43 A
Intensidad máxima Admisible		198 A
Protección	Fusible gG 160 A	Fusible gG 200 A
Caída de Tensión	1,22%	1,32%
Punto de mínima Tensión		188m
Longitud de la Línea	183,9 m	131,87 m
Longitud máxima frente a cortocircuito	280	212
Cable	RV 0.6/1 kv 3 x 150 + 1 x 95 mm <sup>2</sup>	

**2.1.3.2 ANILLO 2**

**2.1.3.2.1 PREVISION DE POTENCIA**

Esta previsto que este anillo alimente 24 viviendas de electrificación elevada de la parcela 5,

Potencia total (24x9,2)=220,8 kw

**2.1.3.2.2 INTENSIDAD**

La intensidad se calcula teniendo en cuenta que se trata de una línea en anillo y esta abrirá en el punto de mínima tensión creando dos ramas.

**Rama 1**

En esta rama están conectadas la caja general de protección y medida numero CGPM 2.2.1 CGPM 2.2.2 CGPM 2.2.3 CGPM 2.2.4 CGPM 2.2.5 CGPM 2.2.6 lo que supone 14 abonados en electrificación elevada, teniendo en cuenta el factor de simultaneidad y la relación:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi}$$

Donde:

P Potencia máxima de rama 103,96 kW

U Tensión nominal de la red 400 V

cos φ Factor de potencia 0,9

Obtenemos que la intensidad que circulara por esta rama es de 166,73 Amperios

**Rama 2**

En esta rama están conectadas las caja general de protección y medida numero CGPM 2.2.7 CGPM 2.2.8 CGPM 2.2.9 CGPM 2.2.10 CGPM 2.2.11 CGPM 2.2.12 lo que supone 10 abonados en electrificación elevada, teniendo en cuenta el factor de simultaneidad y la relación:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi}$$

Donde:

- P Potencia máxima de rama 78,2 kW
- U Tensión nominal de la red 400 V
- cos φ Factor de potencia 0,9

Obtenemos que la intensidad que circulara por esta rama sea de 125,42 Amperios

Teniendo en cuenta los valores suministrados por Iberdrola de las distintas secciones y sus intensidades máximas admisibles seleccionamos la que mas se adecue a nuestra instalación

Intensidades admisibles

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	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

En nuestro caso tomamos la sección de 150mm<sup>2</sup> ahora comprobamos su validez teniendo en cuenta las condiciones de la instalación.

- Temperatura del terreno 25
- Temperatura ambiente 40
- Resistencia térmica del terreno 1,5km/w
- Profundidad de soterramiento 0,70
- Agrupación de cables entubados 2 circuitos en contacto

Estas condiciones distintas a las de la instalación tipo hacen que se deba aplicar sobre la intensidad máxima admisible las correcciones.

$$I_{adm} = I \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5$$

- I=230A
- K<sub>1</sub>=1
- K<sub>2</sub>=1
- K<sub>3</sub>=1
- K<sub>4</sub>=1
- K<sub>5</sub>=0,87

I<sub>adm</sub>=200 >166,73 A  
 I<sub>adm</sub>=200 >125,42 A

Protecciones de sobreintensidad

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

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

Rama 1: Fusible 200 A Longitud máxima 212 > 127,1m

Rama 2: Fusible 160 A Longitud máxima 280 > 92,85m

### 2.1.3.2.3 CAIDAS DE TENSION

Para el cálculo de la caída de tensión es necesario calcular primero el punto de mínima tensión, en la siguiente tabla se muestran los cálculos necesarios y el resultado en metros del punto de mínima tensión.

Datos correspondientes a		CT										
		Anillo	2									
DISTANCIAS EN METROS												
CT-1	c1-c2	c2-c3	c3-c4	c4-c5	c5-c6	c6-c7	c7-c8	c8-c9	c9-c10	c10-c11	c11-c12	
13,265	17,64	31,81	16,095	16,095	16,095	16,095	55,395	16,095	16,095	16,095	16,095	
Ct-1	CT-2	Ct-3	CT-4	CT-5	CT-6	CT-7	CT-8	CT-9	CT-10	CT-11	CT-12	
13,265	30,905	62,715	78,81	94,905	111	127,095	182,49	198,585	214,68	230,775	246,87	
POTENCIAS EN KILOVATIOS												
c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10	c11	c12	
18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	
LCTxc1	244,076	LCTc4xc4	1450,104	LCTc7xc7	2338,548	LCTc10xc10	3950,112	Epl =	29294,548			
LCTc2xc2	568,652	LCTc5xc5	1746,252	LCTc8xc8	3357,816	LCTc11xc11	4246,26	Punto de minima tension				
LCTc3xc3	1153,956	LCTc6xc6	2042,4	LCTc9xc9	3653,964	LCTc12xc12	4542,408	132,67				

La distancia del punto de mínima tensión al centro de transformación es 132,67 metros.

En este punto abrimos el anillo y creamos dos ramas

A través de las características del conductor y la expresión del cálculo de la caída de tensión calculamos la caída de tensión en ambas ramas del anillo.

Características Conductor Al-Rv	
Sección	150
Resistencia	0,206
Impedancia	0,075

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

Donde:

- $\Delta U$  Caída de tensión [%]
- W Potencia [W]
- L Longitud [m]
- U Tensión compuesta [V]
- R Resistencia del conductor [ $\Omega$ /km]
- X Reactancia a frecuencia 50 Hz en [ $\Omega$ /km]

Tramo	Rama1				Tramo	Rama2			
	Potencia	Longitud	% $\Delta U$	% $\Delta U$ Origen		Potencia	Longitud	% $\Delta U$	% $\Delta U$ Origen
CT-a	103,96	13,265	0,20885759	0,20885759	CT-a	78,2	28,475	0,33724632	0,33724632
a-b	91,08	17,64	0,2433315	0,45218909	a-b	64,4	16,095	0,15698334	0,49422966
b-c	78,2	31,81	0,3767447	0,82893379	b-c	49,68	16,095	0,12110144	0,6153311
c-d	64,4	16,095	0,15698334	0,98591713	c-d	34,96	16,095	0,08521953	0,70055063
d-e	49,68	16,095	0,12110144	1,10701857	d-e	18,4	16,095	0,04485238	0,74540301
e-f	34,96	16,095	0,08521953	1,1922381					
f-g	18,4	16,095	0,04485238	1,23709048					

Rama 1 caída de tensión 1,23% < 5%

Rama 2 caída de tensión 0,75% < 5%

#### 2.1.3.2.4 TABLAS DE TENDIDO Y RESULTADO DE CALCULOS

	Rama 1	Rama 2
Intensidad	166,73 A	125,42 A
Intensidad máxima Admisible		200 A
Protección	Fusible gG 200 A	Fusible gG 160 A
Caída de Tensión	1,23%	0.75%
Punto de mínima Tensión		132m
Longitud de la Línea	127 m	92,85 m
Longitud máxima frente a cortocircuito	212	280
Cable	RV 0.6/1 kv 3 x 150 + 1 x 95 mm <sup>2</sup>	

### 2.1.4 CENTRO DE TRANSFORMACION 3

Este centro de transformación alimenta a través de dos líneas en anillo a las 20 viviendas de electrificación elevada de la parcela 4 y a 3 escaleras de 11 viviendas en electrificación básica y 2 escaleras de 10 viviendas en electrificación básica de la parcela 3

#### 2.1.4.1 ANILLO 1

##### 2.1.4.1.1 PREVISION DE POTENCIA

Esta previsto que este anillo alimente 20 viviendas de electrificación elevada de la parcela 4,

Potencia total (20x9,2)=184 kw

##### 2.1.4.1.2 INTENSIDAD

La intensidad se calcula teniendo en cuenta que se trata de una línea en anillo y esta abrirá en el punto de mínima tensión creando dos ramas.

Rama 1

En esta rama están conectadas la caja general de protección y medida numero CGPM 3.1.1 CGPM 3.1.2 CGPM 3.1.3 CGPM 3.1.4 CGPM 3.1.5 lo que supone 20 abonados en electrificación elevada, teniendo en cuenta el factor de simultaneidad y la relación:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi}$$

Donde:

P Potencia máxima de rama 78,2 kW  
 U Tensión nominal de la red 400 V  
 cos  $\varphi$  Factor de potencia 0,9

Obtenemos que la intensidad que circulara por esta rama es de 125,41 Amperios

Rama 2

En esta rama están conectadas las caja general de protección y medida numero CGPM 3.1.6 CGPM 3.1.7 CGPM 3.1.8 CGPM 3.1.9 CGPM 3.1.10 lo que supone 10 abonados en electrificación elevada, teniendo en cuenta el factor de simultaneidad y la relación:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi}$$

Donde:

P Potencia máxima de rama 78,2 kW  
 U Tensión nominal de la red 400 V  
 cos  $\varphi$  Factor de potencia 0,9

Obtenemos que la intensidad que circulara por esta rama sea de 125,41 Amperios

Teniendo en cuenta los valores suministrados por Iberdrola de las distintas secciones y sus intensidades máximas admisibles seleccionamos la que mas se adecue a nuestra instalación

Intensidades admisibles

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	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

En nuestro caso tomamos la sección de 150mm<sup>2</sup> ahora comprobamos su validez teniendo en cuenta las condiciones de la instalación.

- Temperatura del terreno 25
- Temperatura ambiente 40
- Resistencia térmica del terreno 1,5km/w
- Profundidad de soterramiento 1m
- Agrupación de cables entubados 3 circuitos en contacto

Estas condiciones distintas a las de la instalación tipo hacen que se deba aplicar sobre la intensidad máxima admisible las correcciones.

$$I_{adm} = I \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5$$

- I=230A
- K<sub>1</sub>=1
- K<sub>2</sub>=1
- K<sub>3</sub>=1
- K<sub>4</sub>=0,97
- K<sub>5</sub>=0,77

$$I_{adm} = 172 > 125,41 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 172 > 125,41 \text{ A}$$

Protecciones de sobreintensidad

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z \text{ (A)}$		
	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

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 In (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

Rama 1: Fusible 160 A Longitud máxima 280 > 140,83m

Rama 2: Fusible 160 A Longitud máxima 280 > 98,4m

### 2.1.4.1.3 CAIDAS DE TENSION

Para el cálculo de la caída de tensión es necesario calcular primero el punto de mínima tensión, en la siguiente tabla se muestran los cálculos necesarios y el resultado en metros del punto de mínima tensión.

Datos correspondientes a		CT	3							
		Anillo	1							
DISTANCIAS EN METROS										
CT-1	c1-c2	c2-c3	c3-c4	c4-c5	c5-c6	c6-c7	c7-c8	c8-c9	c9-c10	
55,925	15,665	15,665	15,665	37,905	17,165	31,955	15,665	15,665	15,665	
Ct-1	CT-2	Ct-3	CT-4	CT-5	CT-6	CT-7	CT-8	CT-9	CT-10	
55,925	71,59	87,255	102,92	140,825	157,99	189,945	205,61	221,275	236,94	
POTENCIAS EN KILOVATIOS										
c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10	
18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	
LCTxc1	1029,02	LCTc4xc4	1893,728	LCTc7xc7	3494,988	LCTc10xc10	4359,696	punto minima tension		
LCTc2xc2	1317,256	LCTc5xc5	2591,18	LCTc8xc8	3783,224	Epl =	27053,06	147,02		
LCTc3xc3	1605,492	LCTc6xc6	2907,016	LCTc9xc9	4071,46					

La distancia del punto de mínima tensión al centro de transformación es 147,02 metros. En este punto abrimos el anillo y creamos dos ramas

A través de las características del conductor y la expresión del cálculo de la caída de tensión calculamos la caída de tensión en ambas ramas del anillo.

Características Conductor Al-Rv	
Sección	150
Resistencia	0,206
Impedancia	0,075

$$\Delta U\% = \frac{W.L}{10.U^2} (R + Xtg\phi)$$

Donde:

$\Delta U$	Caída de tensión [%]
W	Potencia [W]
L	Longitud [m]
U	Tensión compuesta [V]
R	Resistencia del conductor [ $\Omega$ /km]
X	Reactancia a frecuencia 50 Hz en [ $\Omega$ /km]

Rama1					Rama2				
Tramo	Potencia	Longitud	% $\Delta U$	% $\Delta U$ Origen	Tramo	Potencia	Longitud	% $\Delta U$	% $\Delta U$ Origen
CT-a	78,2	55,925	0,66235295	0,66235295	CT-a	78,2	19,45	0,23035789	0,23035789
a-b	64,4	15,665	0,15278932	0,81514227	a-b	64,4	15,665	0,15278932	0,38314721
b-c	49,68	15,665	0,11786605	0,93300832	b-c	49,68	15,665	0,11786605	0,50101325
c-d	34,96	15,665	0,08294277	1,01595109	c-d	34,96	15,665	0,08294277	0,58395603
d-e	18,4	37,905	0,10563092	1,12158201	d-e	18,4	19,45	0,05420186	0,63815788

Rama 1 caída de tensión 1,12% < 5%

Rama 2 caída de tensión 0,63% < 5%

#### 2.1.4.1.4 TABLAS DE TENDIDO Y RESULTADO DE CALCULOS

	Rama 1	Rama 2
Intensidad	125,41 A	125,41 A
Intensidad máxima Admisible		171,78 A
Protección	Fusible gG 160 A	Fusible gG 160 A
Caída de Tensión	1,12%	0,63%
Punto de mínima Tensión		147m
Longitud de la Línea	140,825 m	98,4 m
Longitud máxima frente a cortocircuito	280	280
Cable	RV 0.6/1 kv 3 x 150 + 1 x 95 mm <sup>2</sup>	

#### 2.1.3.2 ANILLO 2

##### 2.1.4.2.1 PREVISION DE POTENCIA

Esta previsto que este anillo alimente a 3 escaleras de 11 viviendas en electrificación básica y 2 escaleras de 10 viviendas en electrificación básica de la parcela 3

Potencia total (3x60,85) + (2x56,825)=296,2 kw

##### 2.1.4.2.2 INTENSIDAD

La intensidad se calcula teniendo en cuenta que se trata de una línea en anillo y esta abrirá en el punto de mínima tensión creando dos ramas.

Rama 1

En esta rama están conectadas la caja general de protección y medida numero CGPM 3.2.1 CGPM 3.2.2 CGPM 3.2.3 lo que supone 33 abonados en electrificación básica, teniendo en cuenta el factor de simultaneidad y la relación:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi}$$

Donde:

- P Potencia máxima de rama 146,325 kW
- U Tensión nominal de la red 400 V
- cos  $\varphi$  Factor de potencia 0,9

Obtenemos que la intensidad que circulara por esta rama es de 234,67 Amperios

Rama 2

En esta rama están conectadas las caja general de protección y medida numero CGPM 3.2.4 CGPM 3.2.5 lo que supone 20 abonados en electrificación básica, teniendo en cuenta el factor de simultaneidad y la relación:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi}$$

Donde:

- P Potencia máxima de rama 101 kW
- U Tensión nominal de la red 400 V
- cos  $\varphi$  Factor de potencia 0,9

Obtenemos que la intensidad que circulara por esta rama sea de 161,98 Amperios

Teniendo en cuenta los valores suministrados por Iberdrola de las distintas secciones y sus intensidades máximas admisibles seleccionamos la que mas se adecue a nuestra instalación

### Intensidades admisibles

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	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

En nuestro caso tomamos la sección de 240mm<sup>2</sup> ahora comprobamos su validez teniendo en cuenta las condiciones de la instalación.

- Temperatura del terreno 25
- Temperatura ambiente 40
- Resistencia térmica del terreno 1,5km/w
- Profundidad de soterramiento 0.80m
- Agrupación de cables entubados 2 circuitos en contacto

Estas condiciones distintas a las de la instalación tipo hacen que se deba aplicar sobre la intensidad máxima admisible las correcciones.

$$I_{adm} = I \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5$$

- I=305A
- K<sub>1</sub>=1
- K<sub>2</sub>=1
- K<sub>3</sub>=1
- K<sub>4</sub>=0,99
- K<sub>5</sub>=0,87

$$I_{adm} = 262 > 234,67 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 262 > 161,98 \text{ A}$$

Protecciones de sobreintensidad

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z \text{ (A)}$		
	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

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 $I_n \text{ (A)}$	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

Rama 1: Fusible 250 A Longitud máxima 247 > 69,58m

Rama 2: Fusible 200 A Longitud máxima 326 > 36,84m

### 2.1.4.2.3 CAIDAS DE TENSION

Para el cálculo de la caída de tensión es necesario calcular primero el punto de mínima tensión, en la siguiente tabla se muestran los cálculos necesarios y el resultado en metros del punto de mínima tensión.

Datos correspondientes a		CT	3				
		Anillo	2				
DISTANCIAS EN METROS							
CT-1	c1-c2	c2-c3	c3-c4	c4-c5	c5-c6	c6-CT	
23,11	30,98	15,49	60,195	15,505	0		
Ct-1	CT-2	Ct-3	CT-4	CT-5	CT-6	CT-7	
23,11	54,09	69,58	129,775	145,28	145,28		
POTENCIAS EN KILOVATIOS							
c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	
60,85	60,85	60,85	56,85	56,85	0		
LCTxc1	1406,2435	LCTc4xc4	7377,70875	Potencia total		296,25	
LCTc2xc2	3291,3765	LCTc5xc5	8259,168	Punto minima tension			
LCTc3xc3	4233,943	Epl =	24568,4398	82,93			

La distancia del punto de mínima tensión al centro de transformación es 82,93 metros.  
 En este punto abrimos el anillo y creamos dos ramas  
 A través de las características del conductor y la expresión del cálculo de la caída de tensión calculamos la caída de tensión en ambas ramas del anillo.

Características Conductor Al-Rv	
Sección	240
Resistencia	0,125
Impedancia	0,07

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

Donde:

- ΔU Caída de tensión [%]
- W Potencia [W]
- L Longitud [m]
- U Tensión compuesta [V]
- R Resistencia del conductor [Ω/km]
- X Reactancia a frecuencia 50 Hz en [Ω/km]

Rama1					Rama2				
Tramo	Potencia	Longitud	%AU	%AU Origen	Tramo	Potencia	Longitud	%AU	%AU Origen
CT-a	146,325	23,11	0,335837629	0,33583763	CT-a	101	21,33	0,213955328	0,21395533
a-b	106,75	30,98	0,328443124	0,66428075	a-b	56,825	15,505	0,087502828	0,30145816
b-c	60,85	15,49	0,093610136	0,75789089					

Rama 1 caída de tensión 0,75% < 5%

Rama 2 caída de tensión 0,30% < 5%

#### 2.1.4.2.4 TABLAS DE TENDIDO Y RESULTADO DE CALCULOS

	Rama 1	Rama 2
Intensidad	234,67 A	161,98 A
Intensidad máxima Admisible		247 A
Protección	Fusible gG 250 A	Fusible gG 200 A
Caída de Tensión	0,75%	0,30%
Punto de mínima Tensión		82,93m
Longitud de la Línea	69,58 m	36,84 m
Longitud máxima frente a cortocircuito	247	326
Cable	RV 0.6/1 kv 3 x 240 + 1 x 150 mm <sup>2</sup>	

#### 2.1.5 CENTRO DE TRANSFORMACION 4

Este centro de transformación alimenta a través de dos líneas en anillo a 7 escaleras de 11 viviendas en electrificación básica de la parcela 3 y 2, el jardín 1El y un centro de mando para alumbrado de viales de 20kw

##### 2.1.5.1 ANILLO 1

###### 2.1.5.1.1 PREVISION DE POTENCIA

Esta previsto que este anillo alimente a 4 escaleras de 11 viviendas en electrificación básica de la parcela 3

Potencia total (4x60,85)=243,4 kw

###### 2.1.5.1.2 INTENSIDAD

La intensidad se calcula teniendo en cuenta que se trata de una línea en anillo y esta abrirá en el punto de mínima tensión creando dos ramas.

Rama 1

En esta rama están conectadas la caja general de protección y medida numero CGPM 4.1.1 CGPM 4.1.2 lo que supone 22 abonados en electrificación básica, teniendo en cuenta el factor de simultaneidad y la relación:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi}$$

Donde:

P Potencia máxima de rama 106,75 kW

U Tensión nominal de la red 400 V

cos φ Factor de potencia 0,9

Obtenemos que la intensidad que circulara por esta rama es de 171,2 Amperios

Rama 2

En esta rama están conectadas las caja general de protección y medida numero CGPM 4.1.3 CGPM 4.1.4 lo que supone 22 abonados en electrificación básica, teniendo en cuenta el factor de simultaneidad y la relación:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi}$$

Donde:

P Potencia máxima de rama 106,75 kW

U Tensión nominal de la red 400 V

cos φ Factor de potencia 0,9

Obtenemos que la intensidad que circulara por esta rama sea de 171,2 Amperios

Teniendo en cuenta los valores suministrados por Iberdrola de las distintas secciones y sus intensidades máximas admisibles seleccionamos la que mas se adecue a nuestra instalación

#### Intensidades admisibles

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	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

En nuestro caso tomamos la sección de 240mm<sup>2</sup> ahora comprobamos su validez teniendo en cuenta las condiciones de la instalación.

Temperatura del terreno 25

Temperatura ambiente 40

Resistencia térmica del terreno 1,5km/w

Profundidad de soterramiento 0.90m

Agrupación de cables entubados 4 circuitos en contacto

Estas condiciones distintas a las de la instalación tipo hacen que se deba aplicar sobre la intensidad máxima admisible las correcciones.

$$I_{adm} = I \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5$$

I=305A

K<sub>1</sub>=1

K<sub>2</sub>=1

K<sub>3</sub>=1

K<sub>4</sub>=0,98

K<sub>5</sub>=0,71

$I_{adm}=212 > 171,2 \text{ A}$

$I_{adm}=212 > 171,2 \text{ A}$

Protecciones de sobreintensidad

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_F = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z \text{ (A)}$		
	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

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 $I_n \text{ (A)}$	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

Rama 1: Fusible 200 A Longitud máxima 326 > 47,97m

Rama 2: Fusible 200 A Longitud máxima 326 > 83,16m

**2.1.5.1.3 CAIDAS DE TENSION**

Para el cálculo de la caída de tensión es necesario calcular primero el punto de mínima tensión, en la siguiente tabla se muestran los cálculos necesarios y el resultado en metros del punto de mínima tensión.

Datos correspondientes a				CT	4
				Anillo	1
DISTANCIAS EN METROS					
CT-1	c1-c2	c2-c3	c3-c4	Punto de minima tension	
16,99	30,98	35,19	50,68	70,49	
Ct-1	CT-2	Ct-3	CT-4	LCTxc1	1033,8415
16,99	47,97	83,16	133,84	LCTc2xc2	2918,9745
POTENCIAS EN KILOVATIOS				LCTc3xc3	5060,286
c1	c2	c3	c4	LCTc4xc4	8144,164
60,85	60,85	60,85	60,85	Epl =	17157,266

La distancia del punto de mínima tensión al centro de transformación es 70,49 metros. En este punto abrimos el anillo y creamos dos ramas

A través de las características del conductor y la expresión del cálculo de la caída de tensión calculamos la caída de tensión en ambas ramas del anillo.

Características Conductor Al-Rv	
Sección	240
Resistencia	0,125
Impedancia	0,07

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

Donde:

- $\Delta U$  Caída de tensión [%]
- W Potencia [W]
- L Longitud [m]
- U Tensión compuesta [V]
- R Resistencia del conductor [ $\Omega$ /km]
- X Reactancia a frecuencia 50 Hz en [ $\Omega$ /km]

Rama1					Rama2				
Tramo	Potencia	Longitud	% $\Delta U$	% $\Delta U$ Origen	Tramo	Potencia	Longitud	% $\Delta U$	% $\Delta U$ Origen
CT-a	106,75	16,99	0,180124231	0,18012423	CT-a	106,75	32,48	0,344345793	0,34434579
a-b	60,85	30,98	0,187220272	0,3673445	a-b	60,85	50,68	0,306272544	0,65061834

Rama 1 caída de tensión 0,36% < 5%

Rama 2 caída de tensión 0,65% < 5%

#### 2.1.5.1.4 TABLAS DE TENDIDO Y RESULTADO DE CALCULOS

	Rama 1	Rama 2
Intensidad	171,2 A	171,2 A
Intensidad máxima Admisible		212 A
Protección	Fusible gG 200 A	Fusible gG 200 A
Caída de Tensión	0,37%	0,65%
Punto de mínima Tensión		70,5m
Longitud de la Línea	47,97 m	83,16 m
Longitud máxima frente a cortocircuito	326	326
Cable	RV 0.6/1 kv 3 x 240 + 1 x 150 mm <sup>2</sup>	

## 2.1.5.2 ANILLO 2

### 2.1.5.2.1 PREVISION DE POTENCIA

Esta previsto que este anillo alimente a 3 escaleras de 11 viviendas en electrificación básica de la parcela 2 ,el jardín 1EL y un centro de mando de alumbrado de viales.

Potencia total  $(3 \times 60,85) + (22,86) + (20) = 225,41$  kw

### 2.1.5.2.2 INTENSIDAD

La intensidad se calcula teniendo en cuenta que se trata de una línea en anillo y esta se abrirá en el punto de mínima tensión creando dos ramas.

Rama 1

En esta rama están conectadas la caja general de protección y medida numero CGPM 4.2.1 CGPM 4.2.2 lo que supone 11 abonados en electrificación básica, el jardín 1EL y un centro de mando de alumbrado de vial, teniendo en cuenta el factor de simultaneidad y la relación:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi}$$

Donde:

P Potencia máxima de rama 103,71 kW  
 U Tensión nominal de la red 400 V  
 $\cos \varphi$  Factor de potencia 0,9

Obtenemos que la intensidad que circulara por esta rama es de 166,33 Amperios

Rama 2

En esta rama están conectadas las caja general de protección y medida numero CGPM 4.2.3 CGPM 4.2.4 lo que supone 22 abonados en electrificación básica, teniendo en cuenta el factor de simultaneidad y la relación:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi}$$

Donde:

P Potencia máxima de rama 106,75 kW  
 U Tensión nominal de la red 400 V  
 $\cos \varphi$  Factor de potencia 0,9

Obtenemos que la intensidad que circulara por esta rama sea de 171,2 Amperios

Teniendo en cuenta los valores suministrados por Iberdrola de las distintas secciones y sus intensidades máximas admisibles seleccionamos la que mas se adecue a nuestra instalación

Intensidades admisibles

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	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

En nuestro caso tomamos la sección de 240mm<sup>2</sup> ahora comprobamos su validez teniendo en cuenta las condiciones de la instalación.

Temperatura del terreno 25

Temperatura ambiente 40

Resistencia térmica del terreno 1,5km/w

Profundidad de soterramiento 0.80m

Agrupación de cables entubados 5 circuitos en contacto

Estas condiciones distintas a las de la instalación tipo hacen que se deba aplicar sobre la intensidad máxima admisible las correcciones.

$$I_{adm} = I \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5$$

I=305A

K<sub>1</sub>=1

K<sub>2</sub>=1

K<sub>3</sub>=1

K<sub>4</sub>=0,99

K<sub>5</sub>=0,67

I<sub>adm</sub>=202 >166,33 A

I<sub>adm</sub>=202 >171,2 A

Protecciones de sobreintensidad

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) I <sub>f</sub> = 1,6 I <sub>n</sub> < 1,45 I <sub>z</sub>		
	I <sub>n</sub> ≤ 0,91 I <sub>z</sub> (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

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 In (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

Rama 1: Fusible 200 A Longitud máxima 326 > 40,7m

Rama 2: Fusible 200 A Longitud máxima 326 > 71,05m

### 2.1.5.2.3 CAIDAS DE TENSION

Para el cálculo de la caída de tensión es necesario calcular primero el punto de mínima tensión, en la siguiente tabla se muestran los cálculos necesarios y el resultado en metros del punto de mínima tensión.

Datos correspondientes a				CT	4
				Anillo	2
DISTANCIAS EN METROS				punto de minima tension	
CT-1	c1-c2	c2-c3	c3-c4		57,6494921
22,58	17,49	30,98	15,49		
Ct-1	CT-2	Ct-3	CT-4	ICTxc1	967,7788
22,58	40,07	71,05	86,54	LCTc2xc2	2437,25775
POTENCIAS EN KILOVATIOS				LCTc3xc3	4321,61625
c1	c2	c3	c4	LCTc4xc4	5263,7955
42,86	60,825	60,825	60,825		

La distancia del punto de mínima tensión al centro de transformación es 57,65 metros.

En este punto abrimos el anillo y creamos dos ramas

A través de las características del conductor y la expresión del cálculo de la caída de tensión calculamos la caída de tensión en ambas ramas del anillo.

Características Conductor Al-Rv	
Sección	240
Resistencia	0,125
Impedancia	0,07

$$\Delta U\% = \frac{W.L}{10.U^2} (R + Xtg\phi)$$

Donde:

- $\Delta U$  Caída de tensión [%]
- W Potencia [W]
- L Longitud [m]
- U Tensión compuesta [V]
- R Resistencia del conductor [ $\Omega$ /km]
- X Reactancia a frecuencia 50 Hz en [ $\Omega$ /km]

Rama1					Rama2				
Tramo	Potencia	Longitud	%AU	%AU Origen	Tramo	Potencia	Longitud	%AU	%AU Origen
CT-a	103,71	22,58	0,23257094	0,23257094	CT-a	106,75	55,56	0,589034859	0,58903486
a-b	60,85	17,49	0,105696661	0,3382676	a-b	60,85	15,48	0,093549704	0,68258456

Rama 1 caída de tensión 0,34% < 5%

Rama 2 caída de tensión 0,68% < 5%

#### 2.1.5.2.4 TABLAS DE TENDIDO Y RESULTADO DE CALCULOS

	Rama 1	Rama 2
Intensidad	166,33 A	171,2 A
Intensidad máxima Admisible		202,3 A
Protección	Fusible gG 200 A	Fusible gG 200 A
Caída de Tensión	0,34%	0,68%
Punto de mínima Tensión		57,65m
Longitud de la Línea	40,1 m	71,05 m
Longitud máxima frente a cortocircuito	326	326
Cable	RV 0.6/1 kv 3 x 240 + 1 x 150 mm <sup>2</sup>	

#### 2.1.6 CENTRO DE TRANSFORMACION 5

Este centro de transformación alimenta a través de dos líneas en anillo a 6 escaleras de la parcela 2 y la totalidad de las viviendas de la parcela 1.

##### 2.1.6.1 ANILLO 1

###### 2.1.6.1.1 PREVISION DE POTENCIA CONECTADAS

Esta previsto que este anillo alimente 11 viviendas de electrificación elevada de la parcela 1 y 2 escaleras de 10 viviendas cada una con electrificación básica, pertenecientes a la parcela 2

Potencia total  $(11 \times 9,2) + (2 \times 56,85) = 214,9 \text{kw}$

###### 2.1.6.1.2 INTENSIDAD

La intensidad se calcula teniendo en cuenta que se trata de una línea en anillo y esta abrirá en el punto de mínima tensión creando dos ramas.

Rama 1

En esta rama están conectadas la caja general de protección y medida numero CGPM 5.1.1 CGPM 5.1.2 CGPM 5.1.3 Y CGPM 5.1.4 lo que supone 7 abonados en electrificación elevada teniendo en cuenta el factor de simultaneidad y la relación:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi}$$

Donde:

- P Potencia máxima de rama 57,04 kW
- U Tensión nominal de la red 400 V
- cos φ Factor de potencia 0,9

Obtenemos que la intensidad que circulara por esta rama es de 91,47 Amperios

Rama 2

En esta rama están conectadas las caja general de protección y medida numero CGPM 5.1.5 CGPM 5.1.6 CGPM 5.1.7 Y CGPM 5.1.8 lo que supone 4 abonados en electrificación elevada, 20 abonados en electrificación básica mas una potencia de 15,9 kw, teniendo en cuenta el factor de simultaneidad y la relación:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi}$$

Donde:

- P Potencia máxima de rama 122,16 kW
- U Tensión nominal de la red 400 V
- cos φ Factor de potencia 0,9

Obtenemos que la intensidad que circulara por esta rama sea de 195,91 Amperios

Teniendo en cuenta los valores suministrados por Iberdrola de las distintas secciones y sus intensidades máximas admisibles seleccionamos la que mas se adecue a nuestra instalación

Intensidades admisibles

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	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

En nuestro caso tomamos la sección de 240mm<sup>2</sup> ahora comprobamos su validez teniendo en cuenta las condiciones de la instalación.

Temperatura del terreno 25  
 Temperatura ambiente 40  
 Resistencia térmica del terreno 1,5km/w  
 Profundidad de soterramiento 0,80  
 Agrupación de cables entubados 5 circuitos en contacto

Estas condiciones distintas a las de la instalación tipo hacen que se deba aplicar sobre la intensidad máxima admisible las correcciones.

$$I_{adm} = I \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5$$

I = 305 A

K<sub>1</sub>=1

K<sub>2</sub>=1

K<sub>3</sub>=1

K<sub>4</sub>=0,99

K<sub>5</sub>=0,67

I<sub>adm</sub>=202,3 >195,91

I<sub>adm</sub>=202,3 >91,47

Protecciones de sobreintensidad

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) I <sub>f</sub> = 1,6 I <sub>n</sub> < 1,45 I <sub>z</sub>		
	I <sub>n</sub> ≤ 0,91 I <sub>z</sub> (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

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 <sub>n</sub> (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

Rama 1: Fusible 100 A Longitud máxima 702 > 69,25

Rama 2: Fusible 200 A Longitud máxima 326 > 78,85

**2.1.6.1.3 CAIDAS DE TENSION**

Para el cálculo de la caída de tensión es necesario calcular primero el punto de mínima tensión, en la siguiente tabla se muestran los cálculos necesarios y el resultado en metros del punto de mínima tensión.

Datos correspondientes a				CT	5		
				Anillo	1		
DISTANCIAS EN METROS							
CT-1	c1-c2	c2-c3	c3-c4	c4-c5	c5-c6	c6-c7	c7-c8
19	17,615	21,675	10,975	73,555	17,61	18,605	14,685
Ct-1	CT-2	Ct-3	CT-4	CT-5	CT-6	CT-7	CT-8
18,985	36,6	58,275	69,25	142,805	160,415	179,02	193,705
POTENCIAS EN KILOVATIOS							
CGPM1.1.1	CGPM1.1.2	CGPM1.1.3	CGPM1.1.4	CGPM1.1.5	CGPM1.1.6	CGPM1.1.7	CGPM1.1.8
18,4	18,4	18,4	9,2	18,4	18,4	56,825	56,825
	Epl		Epl		Potencia total		214,85
	ICTxc1	349,324	LCTc5xc5	2627,612	Punto de minima tension		
	LCTc2xc2	673,44	LCTc6xc6	2951,636	137,2654		
	LCTc3xc3	1072,26	LCTc7xc7	10172,8115			
	LCTc4xc4	637,1	LCTc8xc8	11007,2866			
		Epl =	29491,4701				

La distancia del punto de mínima tensión al centro de transformación es 137,2654 metros. En este punto abrimos el anillo y creamos dos ramas

A través de las características del conductor y la expresión del cálculo de la caída de tensión calculamos la caída de tensión en ambas ramas del anillo

Características Conductor Al-Rv	
Sección	240
Resistencia	0,125
Reactancia	0,07

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

Donde:

- ΔU Caida de tensión [%]
- W Potencia [W]
- L Longitud [m]
- U Tensión compuesta [V]
- R Resistencia del conductor [Ω/km]
- X Reactancia a frecuencia 50 Hz en [Ω/km]

Rama1					Rama2				
Tramo	Potencia	Longitud	%AU	%AU Origen	Tramo	Potencia	Longitud	%AU	%AU Origen
CT-a	57,04	18,985	0,107547667	0,10754767	CT-a	122,16	27,945	0,339034594	0,33903459
a-b	42,32	17,615	0,074035358	0,18158303	a-b	84,06	14,685	0,122595411	0,46163
b-c	27,6	21,675	0,059412669	0,24099569	b-c	34,96	18,605	0,064596944	0,52622695
c-d	9,2	10,975	0,010027744	0,25102344	c-d	18,4	17,61	0,032180149	0,5584071

Rama 1 caída de tensión 0,25% < 5%

Rama 2 caída de tensión 0,55% < 5%

**2.1.6.1.4 TABLAS DE TENDIDO Y RESULTADO DE CALCULOS**

	Rama 1	Rama 2
Intensidad	91,47 A	195,91 A
Intensidad máxima Admisible		202,3 A
Protección	Fusible gG 100 A	Fusible gG 200 A
Caída de Tensión	0,25%	0,55%
Punto de mínima Tensión		137m
Longitud de la Línea	69,25 m	78,85 m
Longitud máxima frente a cortocircuito	702	326
Cable	RV 0.6/1 kv 3 x 240 + 1 x 150 mm <sup>2</sup>	

**2.1.6.2 ANILLO 2**

**2.1.6.2.1 PREVISION DE POTENCIA**

Esta previsto que este anillo alimente 2 escaleras de 10 viviendas cada una con electrificación básica y 2 escaleras de 11 viviendas con electrificación básica, pertenecientes a la parcela 2

Potencia total (2x60,85) + (2x56,85)=235,4 kw

**2.1.6.2.2 INTENSIDAD**

La intensidad se calcula teniendo en cuenta que se trata de una línea en anillo y esta abrirá en el punto de mínima tensión creando dos ramas.

Rama 1

En esta rama están conectadas la caja general de protección y medida numero CGPM 5.2.1 CGPM 5.2.2 lo que supone 21 abonados en electrificación básica mas una potencia de 15,9 kw teniendo en cuenta el factor de simultaneidad y la relación:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi}$$

Donde:

- P Potencia máxima de rama 103,875 kW
- U Tensión nominal de la red 400 V
- $\cos \varphi$  Factor de potencia 0,9

Obtenemos que la intensidad que circulara por esta rama es de 166,59 Amperios

Rama 2

En esta rama están conectadas las caja general de protección y medida numero CGPM 5.2.3 CGPM 5.2.4 lo que supone 21 abonados en electrificación básica mas una potencia de 15,9 kw, teniendo en cuenta el factor de simultaneidad y la relación:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi}$$

Donde:

- P Potencia máxima de rama 103,875 kW
- U Tensión nominal de la red 400 V
- $\cos \varphi$  Factor de potencia 0,9

Obtenemos que la intensidad que circulara por esta rama sea de 166,59 Amperios

Teniendo en cuenta los valores suministrados por Iberdrola de las distintas secciones y sus intensidades máximas admisibles seleccionamos la que mas se adecue a nuestra instalación

#### Intensidades admisibles

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	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

En nuestro caso tomamos la sección de 150mm<sup>2</sup> ahora comprobamos su validez teniendo en cuenta las condiciones de la instalación.

- Temperatura del terreno 25
- Temperatura ambiente 40
- Resistencia térmica del terreno 1,5km/w
- Profundidad de soterramiento 0,80
- Agrupación de cables entubados 3 circuitos en contacto

Estas condiciones distintas a las de la instalación tipo hacen que se deba aplicar sobre la intensidad máxima admisible las correcciones.

$$I_{adm} = I \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5$$

$$I = 230A$$

$$K_1 = 1$$

$$K_2 = 1$$

$$K_3 = 1$$

$$K_4 = 0,99$$

$$K_5 = 0,77$$

$$I_{adm} = 175,32 > 166,59 A$$

$$I_{adm} = 175,32 > 166,59 A$$

Protecciones de sobreintensidad

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

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

Rama 1: Fusible 200 A Longitud máxima 212 > 117,1

Rama 2: Fusible 200 A Longitud máxima 212 > 101,6

### 2.1.6.2.3 CAIDAS DE TENSION

Para el cálculo de la caída de tensión es necesario calcular primero el punto de mínima tensión, en la siguiente tabla se muestran los cálculos necesarios y el resultado en metros del punto de mínima tensión.

Datos correspondientes a				CT	5
				Anillo	2
DISTANCIAS EN METROS				ICTxc1	3302,669
CT-1	c1-c2	c2-c3	c3-c4	LCTc2xc2	7125,535
58	58,98	15,49	28	LCTc3xc3	8068,1015
Ct-1	CT-2	Ct-3	CT-4	LCTc4xc4	9125,52675
58,12	117,1	132,59	160,59	Epl =	27621,8323
POTENCIAS EN KILOVATIOS				Potencia total	235,35
CGPM.1.2.1	CGPM.1.2.2	CGPM.1.2.3	CGPM.1.2.4	Punto minima tension	
56,825	60,85	60,85	56,825	117,36	

La distancia del punto de mínima tensión al centro de transformación es 117,36 metros.  
 En este punto abrimos el anillo y creamos dos ramas

A través de las características del conductor y la expresión del cálculo de la caída de tensión calculamos la caída de tensión en ambas ramas del anillo

Características Conductor Al-Rv	
Sección	150
Resistencia	0,206
Impedancia	0,075

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} (R + Xtg\phi)$$

Donde:

- ΔU Caida de tensión [%]
- W Potencia [W]
- L Longitud [m]
- U Tensión compuesta [V]
- R Resistencia del conductor [Ω/km]
- X Reactancia a frecuencia 50 Hz en [Ω/km]

Rama1					Rama2				
Tramo	Potencia	Longitud	%ΔU	%ΔU Origen	Tramo	Potencia	Longitud	%ΔU	%ΔU Origen
CT-a	103,875	58,12	0,9143519	0,9143519	CT-a	103,875	73,61	1,15804273	1,15804273
a-b	60,85	58,98	0,54355323	1,45790513	a-b	56,825	28	0,24097623	1,39901896

Rama 1 caída de tensión 1,45% < 5%  
 Rama 2 caída de tensión 1,39% < 5%

**2.1.6.2.4 TABLAS DE TENDIDO Y RESULTADO DE CALCULOS**

	Rama 1	Rama 2
Intensidad	166,59 A	166,59 A
Intensidad máxima Admisible		175,32 A
Protección	Fusible gG 200 A	Fusible gG 200 A
Caída de Tensión	1,45%	1,39%
Punto de mínima Tensión		117,36m
Longitud de la Línea	117,1 m	101,61 m
Longitud máxima frente a cortocircuito	212	212
Cable	RV 0.6/1 kv 3 x 150 + 1 x 95 mm <sup>2</sup>	

**2.1.7 CENTRO DE TRANSFORMACION CRM**

Este centro de transformación alimenta a través de dos líneas en anillo a las 17 viviendas de electrificación elevada de la parcela 6A, a las 14 viviendas de electrificación elevada de la parcela 6B, a 17 viviendas de electrificación elevada de la parcela 7 y al jardín 2EL

**2.1.7.1 ANILLO 1**

**2.1.7.1.1 PREVISION DE POTENCIA**

Esta previsto que este anillo alimente 17 viviendas de electrificación elevada de la parcela 6A y el jardín 2EL.

Potencia total (17x9,2)+(20,732)=177,13 kw

**2.1.7.1.2 INTENSIDAD**

La intensidad se calcula teniendo en cuenta que se trata de una línea en anillo y esta se abre en el punto de mínima tensión creando dos ramas.

Rama 1

En esta rama están conectadas la caja general de protección y medida numero CGPM 6.1.1 CGPM 6.1.2 CGPM 6.1.3 CGPM 6.1.4 lo que supone 6 abonados en electrificación elevada mas una potencia de 20,732 kw teniendo en cuenta el factor de simultaneidad y la relación:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi}$$

Donde:

P Potencia máxima de rama 70,412 kW

U Tensión nominal de la red 400 V

cos φ Factor de potencia 0,9

Obtenemos que la intensidad que circulara por esta rama es de 112,92 Amperios

Rama 2

En esta rama están conectadas las caja general de protección y medida numero CGPM 6.1.5 CGPM 6.1.6 CGPM 6.1.7 CGPM 6.1.8 CGPM 6.1.9 CGPM 6.1.10 lo que supone 11 abonados en electrificación elevada, teniendo en cuenta el factor de simultaneidad y la relación:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi}$$

Donde:

P Potencia máxima de rama 84,64 kW

U Tensión nominal de la red 400 V

cos φ Factor de potencia 0,9

Obtenemos que la intensidad que circulara por esta rama sea de 135,74 Amperios

Teniendo en cuenta los valores suministrados por Iberdrola de las distintas secciones y sus intensidades máximas admisibles seleccionamos la que mas se adecue a nuestra instalación

#### Intensidades admisibles

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	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

En nuestro caso tomamos la sección de 150mm<sup>2</sup> ahora comprobamos su validez teniendo en cuenta las condiciones de la instalación.

Temperatura del terreno 25

Temperatura ambiente 40

Resistencia térmica del terreno 1,5km/w

Profundidad de soterramiento 0,70

Agrupación de cables entubados 2 circuitos en contacto

Estas condiciones distintas a las de la instalación tipo hacen que se deba aplicar sobre la intensidad máxima admisible las correcciones.

$$I_{adm} = I \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5$$

I=230

K<sub>1</sub>=1

K<sub>2</sub>=1

K<sub>3</sub>=1

K<sub>4</sub>=1

K<sub>5</sub>=0,87

$I_{adm}=200 > 112,92 \text{ A}$

$I_{adm}=200 > 135,74 \text{ A}$

Protecciones de sobreintensidad

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z \text{ (A)}$		
	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

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 $I_n \text{ (A)}$	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

Rama 1: Fusible 125 A Longitud máxima 371 > 104,86

Rama 2: Fusible 160 A Longitud máxima 280 > 149,26

### 2.1.7.1.3 CAIDAS DE TENSION

Para el cálculo de la caída de tensión es necesario calcular primero el punto de mínima tensión, en la siguiente tabla se muestran los cálculos necesarios y el resultado en metros del punto de mínima tensión.

Datos correspondientes a		CT	CMR						
		Anillo	1						
DISTANCIAS EN METROS									
CT-1	c1-c2	c2-c3	c3-c4	c4-c5	c5-c6	c6-c7	c7-c8	c8-c9	c9-c10
8,935	36,72	29,6	29,6	29,6	7,4	22,2	29,6	29,6	29,6
Ct-1	CT-2	Ct-3	CT-4	CT-5	CT-6	CT-7	CT-8	CT-9	CT-10
8,935	45,655	75,255	104,855	134,455	141,855	164,055	193,655	223,255	252,855
POTENCIAS EN KILOVATIOS									
CGPM. 2.1.1	CGPM. 2.1.2	CGPM. 2.1.3	CGPM. 2.1.4	CGPM. 2.1.5	CGPM. 2.1.6	CGPM. 2.1.7	CGPM. 2.1.8	CGPM. 2.1.9	CGPM. 2.1.10
20,732	18,4	18,4	18,4	18,4	9,2	18,4	18,4	18,4	18,4
ICTxc1	185,24042	LCTc6xc6	1305,066	Potencia total		177,132			
LCTc2xc2	840,052	LCTc7xc7	3018,612	punto de mínima tensión					
LCTc3xc3	1384,692	LCTc8xc8	3563,252	132,45					
LCTc4xc4	1929,332	LCTc9xc9	4107,892						
LCTc5xc5	2473,972	LCTc10xc10	4652,532						

La distancia del punto de mínima tensión al centro de transformación es 132,45 metros.  
 En este punto abrimos el anillo y creamos dos ramas

A través de las características del conductor y la expresión del cálculo de la caída de tensión calculamos la caída de tensión en ambas ramas del anillo.

Características Conductor Al-Rv	
Sección	150
Resistencia	0,206
Impedancia	0,075

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

Donde:

- $\Delta U$  Caída de tensión [%]
- W Potencia [W]
- L Longitud [m]
- U Tensión compuesta [V]
- R Resistencia del conductor [ $\Omega$ /km]
- X Reactancia a frecuencia 50 Hz en [ $\Omega$ /km]

Rama1					Rama2				
Tramo	Potencia	Longitud	%AU	%AU Origen	Tramo	Potencia	Longitud	%AU	%AU Origen
CT-a	70,412	8,935	0,09528356	0,09528356	CT-a	84,64	30,855	0,39552864	0,39552864
a-b	49,68	36,72	0,27628734	0,3715709	a-b	71,76	29,6	0,32169986	0,7172285
b-c	34,96	29,6	0,15672557	0,52829647	b-c	57,04	29,6	0,25571014	0,97293864
c-d	18,4	29,6	0,08248714	0,61078362	c-d	42,32	29,6	0,18972043	1,16265907
					d-e	27,6	22,2	0,09279804	1,25545711
					e-f	18,4	7,4	0,02062179	1,27607889

Rama 1 caída de tensión 0,61% < 5%  
 Rama 2 caída de tensión 1,28% < 5%

**2.1.7.1.4 TABLAS DE TENDIDO Y RESULTADO DE CALCULOS**

	Rama 1	Rama 2
Intensidad	112,92 A	135,74 A
Intensidad máxima Admisible	200 A	
Protección	Fusible gG 125 A	Fusible gG 160 A
Caída de Tensión	0,61%	1,27%
Punto de mínima Tensión	132,44m	
Longitud de la Línea	104,86 m	149,26 m
Longitud máxima frente a cortocircuito	371	280
Cable	RV 0.6/1 kv 3 x 150 + 1 x 95 mm <sup>2</sup>	

## 2.1.7.2 ANILLO 2

### 2.1.7.2.1 PREVISION DE POTENCIA

Esta previsto que este anillo alimente 17 viviendas de electrificación elevada de la parcela 6A y el jardín 2EL.

Potencia total  $(17 \times 9,2) + (20,732) = 177,13$  kw

### 2.1.7.2.2 INTENSIDAD

La intensidad se calcula teniendo en cuenta que se trata de una línea en anillo y esta abrirá en el punto de mínima tensión creando dos ramas.

#### Rama 1

En esta rama están conectadas la caja general de protección y medida numero CGPM 6.2.1 CGPM 6.2.2 CGPM 6.2.3 CGPM 6.2.4 CGPM 6.2.5 CGPM 6.2.6 CGPM 6.2.7 CGPM 6.2.8 lo que supone 16 abonados en electrificación elevada, teniendo en cuenta el factor de simultaneidad y la relación:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi}$$

Donde:

P Potencia máxima de rama 115 kW  
 U Tensión nominal de la red 400 V  
 $\cos \varphi$  Factor de potencia 0,9

Obtenemos que la intensidad que circulara por esta rama es de 184,43 Amperios

#### Rama 2

En esta rama están conectadas las caja general de protección y medida numero CGPM 6.2.9 CGPM 6.2.10 CGPM 6.2.11 CGPM 6.2.12 CGPM 6.2.13 CGPM 6.2.14 CGPM 6.2.15 CGPM 6.2.16 lo que supone 15 abonados en electrificación elevada, teniendo en cuenta el factor de simultaneidad y la relación:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi}$$

Donde:

P Potencia máxima de rama 109,48 kW  
 U Tensión nominal de la red 400 V  
 $\cos \varphi$  Factor de potencia 0,9

Obtenemos que la intensidad que circulara por esta rama sea de 175,57 Amperios

Teniendo en cuenta los valores suministrados por Iberdrola de las distintas secciones y sus intensidades máximas admisibles seleccionamos la que mas se adecue a nuestra instalación

Intensidades admisibles

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	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

En nuestro caso tomamos la sección de 150mm<sup>2</sup> ahora comprobamos su validez teniendo en cuenta las condiciones de la instalación.

Temperatura del terreno 25

Temperatura ambiente 40

Resistencia térmica del terreno 1,5km/w

Profundidad de soterramiento 0,80

Agrupación de cables entubados 4 circuitos separados 600mm

Estas condiciones distintas a las de la instalación tipo hacen que se deba aplicar sobre la intensidad máxima admisible las correcciones.

$$I_{adm} = I \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5$$

I=230 A

K<sub>1</sub>=1

K<sub>2</sub>=1

K<sub>3</sub>=1

K<sub>4</sub>=0,99

K<sub>5</sub>=0,88

I<sub>adm</sub>=200 >175,57 A

I<sub>adm</sub>=200 >184,43 A

Protecciones de sobreintensidad

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) I <sub>f</sub> = 1,6 I <sub>n</sub> < 1,45 I <sub>z</sub>		
	I <sub>n</sub> ≤ 0,91 I <sub>z</sub> (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

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 In (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

Rama 1: Fusible 200 A Longitud máxima 212 > 176,79m

Rama 2: Fusible 200 A Longitud máxima 212 > 183,33m

### 2.1.7.2.3 CAIDAS DE TENSION

Para el cálculo de la caída de tensión es necesario calcular primero el punto de mínima tensión, en la siguiente tabla se muestran los cálculos necesarios y el resultado en metros del punto de mínima tensión.

Datos correspondientes a		CT	CMR													
Anillo		Anillo	2													
DISTANCIAS EN METROS																
CT-1	c1-c2	c2-c3	c3-c4	c4-c5	c5-c6	c6-c7	c7-c8	c8-c9	c9-c10	c10-c11	c11-c12	c12-c13	c13-c14	c14-c15	c15-c16	
47,87	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	40,12	8,29	24,09	34,555	16	16	16	16	16	
CT-1	CT-2	CT-3	CT-4	CT-5	CT-6	CT-7	CT-8	CT-9	CT-10	CT-11	CT-12	CT-13	CT-14	CT-15	CT-16	
47,87	62,67	77,47	92,27	107,07	121,87	136,67	176,79	185,08	209,17	243,725	259,725	275,725	291,725	307,725	323,725	
POTENCIAS EN KILOVATIOS																
c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10	c11	c12	c13	c14	c15	c16	
18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	9,2	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	
LCTxc1	880,808	LCT5xc5	1970,088	LCT9xc9	1702,736	LCT13xc13	5073,34	Epl =	52012,016							
LCT2xc2	1153,128	LCT6xc6	2242,408	LCT10xc10	3848,728	LCT14xc14	5367,74	Potencia total	285,2							
LCT3xc3	1425,448	LCT7xc7	2514,728	LCT11xc11	4484,54	LCT15xc15	5662,14	Punto de mínima tension	182,37							
LCT4xc4	1697,768	LCT8xc8	3252,936	LCT12xc12	4778,94	LCT16xc16	5956,54									

La distancia del punto de mínima tensión al centro de transformación es 182,37 metros. En este punto abrimos el anillo y creamos dos ramas

A través de las características del conductor y la expresión del cálculo de la caída de tensión calculamos la caída de tensión en ambas ramas del anillo.

Características Conductor Al-Rv	
Sección	150
Resistencia	0,206
Impedancia	0,075

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

Donde:

- $\Delta U$  Caída de tensión [%]
- W Potencia [W]
- L Longitud [m]

- U Tensión compuesta [V]
- R Resistencia del conductor [ $\Omega$ /km]
- X Reactancia a frecuencia 50 Hz en [ $\Omega$ /km]

Rama1					Rama2				
Tramo	Potencia	Longitud	% $\Delta$ U	% $\Delta$ U Origen	Tramo	Potencia	Longitud	% $\Delta$ U	% $\Delta$ U Origen
CT-a	115	47,87	0,83375413	0,83375413	CT-a	109,48	44,69	0,74100625	0,74100625
a-b	103,96	14,8	0,23302618	1,06678031	a-b	97,52	16	0,23631452	0,97732077
b-c	91,08	14,8	0,20415568	1,27093599	b-c	84,64	16	0,20510317	1,18242394
c-d	78,2	14,8	0,17528518	1,44622117	c-d	71,76	16	0,17389182	1,35631575
d-e	64,4	14,8	0,1443525	1,59057367	d-e	57,04	16	0,1382217	1,49453745
e-f	49,68	14,8	0,11135764	1,70193131	e-f	42,32	16	0,10255158	1,59708904
f-g	34,96	14,8	0,07836279	1,7802941	f-g	27,6	34,555	0,14444307	1,74153211
g-h	18,4	40,12	0,11180352	1,89209762	g-h	9,2	24,04	0,03349647	1,77502858

Rama 1 caída de tensión 1,89% < 5%

Rama 2 caída de tensión 1,77% < 5%

**2.1.7.2.4 TABLAS DE TENDIDO Y RESULTADO DE CALCULOS**

	Rama 1	Rama 2
Intensidad	184,43 A	175,57 A
Intensidad máxima Admisible		200 A
Protección	Fusible gG 200 A	Fusible gG 200 A
Caída de Tensión	1,89%	1,77%
Punto de mínima Tensión		182,37m
Longitud de la Línea	176,79 m	183,34 m
Longitud máxima frente a cortocircuito	212	212
Cable	RV 0.6/1 kv 3 x 150 + 1 x 95 mm <sup>2</sup>	

**2.2 RED DE MEDIA TENSION**

**2.2.1 CALCULOS ELECTRICOS DE LA LÍNEA EN ANILLO**

**2.2.1.1 PREVISION DE POTENCIA**

Las necesidades de potencia responden a la demanda de los cinco centros de transformación proyectados de acuerdo con las siguientes necesidades:

Centro de transformación nº	Potencia aparente (s)
CT 1	400 kVA
CT 2	400 kVA
CT 3	400 kVA
CT 4	400 kVA
CT 5	400 kVA

POTENCIA TOTAL ESTIMADA 2000 kVA

### 2.2.1.2 INTENSIDAD Y DENSIDAD DE CORRIENTE

#### -Intensidad de corriente

La intensidad de corriente bien definida por la expresión:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Donde:

S Potencia aparente [kVA]

U Tensión nominal [kV]

Siendo la potencia aparente de 2000 kVA y la tensión nominal de la red de 20kV

$$I=57,75A$$

Al transcurrir por una misma zanja 5 circuitos bajo tubo en contacto, aplicaremos de acuerdo con la tabla 10 del reglamento de Líneas de Alta Tensión (ITC-LAT 06) y de acuerdo con la norma UNE 211435, un factor de corrección de 0,6. Al transcurrir estos circuitos bajo una profundidad de 0,8 metros aplicaremos de acuerdo con la tabla 11 del reglamento de Líneas de Alta Tensión (ITC-LAT 06) de acuerdo con la norma UNE 211435 y teniendo en cuenta la profundidad exigida en el MT 2.31.01 de Iberdrola se aplica un factor de corrección de 1,02.

$$I_{max} = \frac{57,75}{0,6 \cdot 1,02} = 94,37A$$

#### -Densidad de corriente:

La densidad de corriente viene definida por la expresión:

$$\delta = \frac{I}{S}$$

Donde:

S= sección del conductor en mm<sup>2</sup>

La sección del conductor de la línea en anillo de media tensión es de 150 mm<sup>2</sup> lo que establece una densidad de corriente de 0,629 A/mm<sup>2</sup>

Para el cable HEPR-Z1 12/20 kV de 150mm<sup>2</sup> en las condiciones de una terna de cables unipolares enterrados bajo tubo en toda su longitud en una zanja de 1 metro de profundidad, en terrenos cuya resistividad térmica sea de 1,5 k.m/w y temperatura ambiente de 25º C, la intensidad máxima admisible es de 230 A > 94,74 A

### -Intensidad máxima admisible en cortocircuito

La intensidad máxima admisible en cortocircuito bien definida por la siguiente expresión:

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

Donde:

S<sub>cc</sub> = potencia de cortocircuito existente en el punto de la red

U = tensión nominal

La potencia de cortocircuito suministrada por Iberdrola es de 350 MVA y la tensión nominal de la red de 20 kV esto nos da una intensidad de cortocircuito de:

$$I_{cc}=10,1\text{kA}$$

Según la tabla B.3 de la norma UNE 211435, para un tiempo de actuación de los elementos de protección de 0,5 seg la intensidad soportable por el conductor de 150mm<sup>2</sup> aislamiento HEPR es de 19,1kA > 10,1 kA

Conforme a dicha tabla el conductor de 150mm<sup>2</sup> de sección con aislamiento HEPR admite hasta un tiempo de actuación de los elementos de protección de 1 s una corriente de cortocircuito de 13,6 kA > 10,1 kA

#### 2.2.1.3 REACTANCIA

TRAMO	VALORES DE LAS IMPEDANCIAS Z=(R+jX)Ω
CTR <sub>0</sub> -CT1	0,029 +j 0,012
CTR <sub>0</sub> -CT2	0,087 +j 0,036
CTR <sub>0</sub> -CT3	0,136 +j 0,056
CTR <sub>0</sub> -CT4	0,177 +j 0,073
CTR <sub>0</sub> -CT5	0,203 +j 0,084
CTR <sub>0</sub> -CTR <sub>F</sub>	Z <sub>T</sub> =0,282 + j 0,116

#### 2.2.1.4 CAIDA DE TENSION

La determinación de la caída de tensión se realiza teniendo en cuenta que se trata de una línea en anillo, utilizando la siguiente expresión:

$$\Delta U = \sqrt{3}[\sum (R_{Ti} \cdot I_{ai} + X_{Ti} \cdot I_{ri})]$$

Donde:

ΔU Caída de tensión en voltios

R Resistencia máxima según norma Iberdrola

X Reactancia por fase según norma Iberdrola

- L Longitud de la línea en km
- $I_a$  Intensidad de corriente activa en amperios
- $I_r$  Intensidad de corriente reactiva en amperios

TRAMO	INTENSIDAD DE CORRIENTE
CTR <sub>0</sub> -CT1	$I_{0-1} = I_x = 26,94 - j13,15$
CT1-CT2	$I_{1-2} = 16,544 - j8,116$
CT2-CT3	$I_{2-3} = 6,148 - j 3,084$
CT3-CT4	$I_{3-4} = -4,248 + j 1,95$ punto de mínima tensión (pmt)
CT4-CT5	$I_{4-5} = 14,644 - j 6,984$ (sentido correcto)
CT5-CTR <sub>F</sub>	$I_{5-F} = 25,04 - j 12,018 = I_y$

El punto 3 será el de mínima tensión, por tanto dicho punto será el de apertura de la línea

TRAMO	Z x I (voltios)
O-1	$0,032 \times 29,26 = 0,94$
1-2	$0,063 \times 18,43 = 1,16$
2-3	$0,053 \times 6,88 = 0,36$

$$\sum (R_{Ti} \cdot I_{ai} + X_{Ti} \cdot I_{ri}) = 2,45$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 2,45 = 4,24$$

$$\% \Delta U = \frac{100 \cdot \Delta U}{U} = 0,022$$

El valor de 0,022% es inferior al 5% exigido por la norma, por lo tanto el conductor de aluminio HEPR-Z1 12/20 kV de 150mm<sup>2</sup> será valido

### 2.2.1.5 OTRAS CARACTERISITCAS ELECTRICAS

#### -Capacidad de transporte

$$P \times L = \frac{U^2}{100x(R+X \tan \varphi)} \cdot e$$

Donde:

- P = capacidad de transporte [MW]
- U = tensión nominal [kV]
- e = caída de tensión en %
- R = resistencia especifica [ $\Omega$ /km]
- X = reactancia especifica [ $\Omega$ /km]
- tag  $\varphi$  = 0,48 para cos  $\varphi$  = 0,9

Teniendo en cuenta de que se trata de un cable con conductor de aluminio con aislamiento (HEPR) de sección 150 mm<sup>2</sup> R=0,277  $\Omega$ /km y X= 0,112  $\Omega$ /km tensión nominal de la red 20 kV y

una caída de tensión máxima del 5%  $e=5$  obtenemos una capacidad de transporte de la línea de:

$$P \times L = 60,46 \text{ MW} \times \text{km}$$

Considerando la longitud total de la línea de 1062 metros, la potencia máxima de transporte será:

$$P = 56,93 \text{ MW}$$

### 2.2.1.6 TABLAS RESULTADOS DE DATOS

Tipo de conductor	Al 12/20 kV HEPR 3 X (1x150mm <sup>2</sup> )
Intensidad de corriente máxima	57,75 A
Densidad máxima de corriente	0,629 A/mm <sup>2</sup>
Resistencia a 105 C	0,277 $\Omega$ /km
Reactancia	0,112 $\Omega$ /km
Caída de tensión máxima	2,45 V $\rightarrow$ 0,022%
Capacidad de transporte	60,46 MW x km
Potencia máxima de transporte	56,93MW
Corriente de cortocircuito máxima	10,10kA

### 2.2.1.7 ANÁLISIS DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR POR TUBERÍAS, RAÍLES, VALLAS, CONDUCTORES DE NEUTRO, BLINDAJES DE CABLES, CIRCUITOS DE SEÑALIZACIÓN Y DE LOS PUNTOS ESPECIALMENTE PELIGROSOS Y ESTUDIO DE LAS FORMAS DE ELIMINACIÓN O REDUCCIÓN.

De acuerdo con las condiciones de diseño de la línea en una zona completamente nueva para su urbanización y teniendo en cuenta las condiciones del tipo de cable utilizado según el fabricante, las probabilidades de transferencia de tensión al exterior son mínimas. No obstante conviene tener en cuenta lo siguiente:

- Serán conectadas a tierra tanto la pantalla como la cubierta metálica del conductor.
- Las zanjas disponen de una profundidad estipuladas por la compañía suministradora de energía, y todas ellas serán de nueva realización y siendo tenidas en cuenta para posteriores instalaciones como servicio de telecomunicaciones, etc.
- En el caso de que en su trazado, la zanja para el tendido del cable de MT, encuentre en su cercanía la cimentación de alguna farola o transporte de comunicaciones, se tenderá el cable a una distancia mínima de 50 cm. Si esta distancia no se puede cumplir, se utilizará una protección mecánica de resistencia adecuada, prolongada a 50 cm a ambos lados de los cantos descubiertos en el sentido longitudinal de la zanja.

## 2.2.2 CALCULOS ELECTRICOS DE LA LINEA DE ACOMETIDA

### 2.2.2.1 PREVISION DE POTENCIA

Las necesidades de potencia responden a la demanda global de todos los centros de transformación de acuerdo con las siguientes necesidades:

Centro de transformación nº	Potencia aparente (s)
CT 1	400 kVA
CT 2	400 kVA
CT 3	400 kVA
CT 4	400 kVA
CT 5	400 kVA
CT R	400 kVA
CT Abonado	400 kVA

POTENCIA TOTAL ESTIMADA 2800 kVA

### 2.2.2.2 INTENSIDAD Y DENSIDAD DE CORRIENTE

#### -Intensidad de corriente

La intensidad de corriente bien definida por la expresión:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Donde:

S Potencia aparente [kVA]

U Tensión nominal [kV]

Siendo la potencia aparente de 2800 kVA y la tensión nominal de la red de 20kV

$$I=80,83A$$

Al transcurrir por una misma zanja 5 circuitos bajo tubo en contacto, aplicaremos de acuerdo con la tabla 10 del reglamento de Líneas de Alta Tensión (ITC-LAT 06) y de acuerdo con la norma UNE 211435, un factor de corrección de 0,6. Al transcurrir estos circuitos bajo una profundidad de 0,8 metros aplicaremos de acuerdo con la tabla 11 del reglamento de Líneas de Alta Tensión (ITC-LAT 06) de acuerdo con la norma UNE 211435 y teniendo en cuenta la profundidad exigida en el MT 2.31.01 de Iberdrola se aplica un factor de corrección de 1,02.

$$I_{max} = \frac{80,83}{0,6 \cdot 1,02} = 132,07A$$

**-Densidad de corriente:**

La densidad de corriente viene definida por la expresión:

$$\delta = \frac{I}{S}$$

Donde:

S= sección del conductor en mm<sup>2</sup>

La sección del conductor de la línea en anillo de media tensión es de 150 mm<sup>2</sup> lo que establece una densidad de corriente de 0,88 A/mm<sup>2</sup>

Para el cable HEPR-Z1 12/20 kV de 150mm<sup>2</sup> en las condiciones de una terna de cables unipolares enterrados bajo tubo en toda su longitud en una zanja de 1 metro de profundidad, en terrenos cuya resistividad térmica sea de 1,5 k.m/w y temperatura ambiente de 25º C, la intensidad máxima admisible es de 230 A > 132,07 A

**-Intensidad máxima admisible en cortocircuito**

La intensidad máxima admisible en cortocircuito bien definida por la siguiente expresión:

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

Donde:

S<sub>cc</sub> = potencia de cortocircuito existente en el punto de la red

U = tensión nominal

La potencia de cortocircuito suministrada por Iberdrola es de 350 MVA y la tensión nominal de la red de 20 kV esto nos da una intensidad de cortocircuito de:

$$I_{cc}=10,1\text{kA}$$

Según la tabla B.3 de la norma UNE 211435, para un tiempo de actuación de los elementos de protección de 0,5 seg la intensidad soportable por el conductor de 150mm<sup>2</sup> aislamiento HEPR es de 19,1kA > 10,1 kA

Conforme a dicha tabla el conductor de 150mm<sup>2</sup> de sección con aislamiento HEPR admite hasta un tiempo de actuación de los elementos de protección de 1 s una corriente de cortocircuito de 13,6 kA > 10,1 kA

### 2.2.2.3 REACTANCIA

TRAMO	VALORES DE LAS IMPEDANCIAS $Z=(R+jX)\Omega$
Acometida-CTR	$Z_T=0,100 + j 0,040$

### 2.2.2.4 CAIDA DE TENSION

La determinación de la caída de tensión se realiza mediante la siguiente expresión:

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

Donde:

$\Delta U$	Caída de tensión en voltios
R	Resistencia máxima según norma Iberdrola
X	Reactancia por fase según norma Iberdrola
L	Longitud de la línea en km
I	Intensidad en amperios
$\cos \varphi$	Factor de potencia

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 80,83 \times 0,360(0,277 \cdot 0,9 + 0,112 \cdot 0,436) = 15,026$$

$$\% \Delta U = \frac{100 \cdot \Delta U}{U} = 0,075$$

El valor de 0,075% es inferior al 5% exigido por la norma, por lo tanto el conductor de aluminio HEPR-Z1 12/20 kV de 150mm<sup>2</sup> será válido

### 2.2.2.5 OTRAS CARACTERISITCAS ELECTRICAS

#### -Capacidad de transporte

$$P \times L = \frac{U^2}{100x(R+X \tan \varphi)} \cdot e$$

Donde:

P	= capacidad de transporte [MW]
U	= tensión nominal [kV]
e	= caída de tensión en %
R	= resistencia especifica [ $\Omega$ /km]
X	= reactancia especifica [ $\Omega$ /km]
$\tan \varphi$	= 0,48 para $\cos \varphi = 0,9$

Teniendo en cuenta de que se trata de un cable con conductor de aluminio con aislamiento (HEPR) de sección 150 mm<sup>2</sup> R=0,277 Ω/km y X= 0,112 Ω/km tensión nominal de la red 20 kV y una caída de tensión máxima del 5% e=5 obtenemos una capacidad de transporte de la línea de:

$$P \times L = 60,46 \text{ MW} \times \text{km}$$

Considerando la longitud total de la línea de 360 metros, la potencia máxima de transporte será:

$$P = 168 \text{ MW}$$

### 2.2.2.6 TABLAS RESULTADOS DE DATOS

Tipo de conductor	Al 12/20 kV HEPR 3 X (1x150mm <sup>2</sup> )
Intensidad de corriente máxima	80,83 A
Densidad máxima de corriente	0,88 A/mm <sup>2</sup>
Resistencia a 105 C	0,277 Ω/km
Reactancia	0,112 Ω/km
Caída de tensión máxima	15,026 V → 0,075%
Capacidad de transporte	60,46 MW x km
Potencia máxima de transporte	168 MW
Corriente de cortocircuito máxima	10,10kA

### 2.2.2.7 ANÁLISIS DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR POR TUBERÍAS, RAÍLES, VALLAS, CONDUCTORES DE NEUTRO, BLINDAJES DE CABLES, CIRCUITOS DE SEÑALIZACIÓN Y DE LOS PUNTOS ESPECIALMENTE PELIGROSOS Y ESTUDIO DE LAS FORMAS DE ELIMINACIÓN O REDUCCIÓN.

De acuerdo con las condiciones de diseño de la línea en una zona completamente nueva para su urbanización y teniendo en cuenta las condiciones del tipo de cable utilizado según el fabricante, las probabilidades de transferencia de tensión al exterior son mínimas. No obstante conviene tener en cuenta lo siguiente:

- Serán conectadas a tierra tanto la pantalla como la cubierta metálica del conductor.
- Las zanjas disponen de una profundidad estipuladas por la compañía suministradora de energía, y todas ellas serán de nueva realización y siendo tenidas en cuenta para posteriores instalaciones como servicio de telecomunicaciones, etc.
- En el caso de que en su trazado, la zanja para el tendido del cable de MT, encuentre en su cercanía la cimentación de alguna farola o transporte de comunicaciones, se tenderá el cable a una distancia mínima de 50 cm. Si esta distancia no se puede cumplir, se utilizará una protección mecánica de resistencia adecuada, prolongada a 50 cm a ambos lados de los cantos descubiertos en el sentido longitudinal de la zanja.

## 2.2.3 CALCULOS ELECTRICOS DE LA LINEA CTR - CT ABONADO

### 2.2.3.1 PREVISION DE POTENCIA

Las necesidades de potencia corresponden a la potencia instalada en el centro de transformación que es un transformador de 400 kVA

### 2.2.3.2 INTENSIDAD Y DENSIDAD DE CORRIENTE

#### -Intensidad de corriente

La intensidad de corriente bien definida por la expresión:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Donde:

S Potencia aparente [kVA]

U Tensión nominal [kV]

Siendo la potencia aparente de 400 kVA y la tensión nominal de la red de 20kV

$$I=11,54 \text{ kVA}$$

Al transcurrir por una misma zanja 5 circuitos bajo tubo en contacto, aplicaremos de acuerdo con la tabla 10 del reglamento de Líneas de Alta Tensión (ITC-LAT 06) y de acuerdo con la norma UNE 211435, un factor de corrección de 0,6. Al transcurrir estos circuitos bajo una profundidad de 0,8 metros aplicaremos de acuerdo con la tabla 11 del reglamento de Líneas de Alta Tensión (ITC-LAT 06) de acuerdo con la norma UNE 211435 y teniendo en cuenta la profundidad exigida en el MT 2.31.01 de Iberdrola se aplica un factor de corrección de 1,02.

$$I_{max} = \frac{11,54}{0,6 \cdot 1,02} = 18,86 \text{ A}$$

#### -Densidad de corriente:

La densidad de corriente viene definida por la expresión:

$$\delta = \frac{I}{S}$$

Donde:

S= sección del conductor en mm<sup>2</sup>

La sección del conductor de la línea en anillo de media tensión es de 150 mm<sup>2</sup> lo que establece una densidad de corriente de 0,077 A/mm<sup>2</sup>

Para el cable HEPR-Z1 12/20 kV de 150mm<sup>2</sup> en las condiciones de una terna de cables unipolares enterrados bajo tubo en toda su longitud en una zanja de 1 metro de profundidad,

en terrenos cuya resistividad térmica sea de 1,5 k.m/w y temperatura ambiente de 25º C, la intensidad máxima admisible es de 230 A > 18,86 A

**-Intensidad máxima admisible en cortocircuito**

La intensidad máxima admisible en cortocircuito bien definida por la siguiente expresión:

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

Donde:

S<sub>cc</sub> = potencia de cortocircuito existente en el punto de la red

U = tensión nominal

La potencia de cortocircuito suministrada por Iberdrola es de 350 MVA y la tensión nominal de la red de 20 kV esto nos da una intensidad de cortocircuito de:

$$I_{cc}=10,1kA$$

Según la tabla B.3 de la norma UNE 211435, para un tiempo de actuación de los elementos de protección de 0,5 seg la intensidad soportable por el conductor de 150mm<sup>2</sup> aislamiento HEPR es de 19,1kA > 10,1 kA

Conforme a dicha tabla el conductor de 150mm<sup>2</sup> de sección con aislamiento HEPR admite hasta un tiempo de actuación de los elementos de protección de 1 s una corriente de cortocircuito de 13,6 kA > 10,1 kA

**2.2.3.3 REACTANCIA**

TRAMO	VALORES DE LAS IMPEDANCIAS Z=(R+jX)Ω
CTR-CT Abonado	Z <sub>T</sub> =0,095 + j 0,039

**2.2.3.4 CAIDA DE TENSION**

La determinación de la caída de tensión se realiza mediante la siguiente expresión:

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

Donde:

- ΔU Caída de tensión en voltios
- R Resistencia máxima según norma Iberdrola
- X Reactancia por fase según norma Iberdrola
- L Longitud de la línea en km
- I Intensidad en amperios
- cos φ Factor de potencia

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 11,54 \times 0,344(0,277 \cdot 0,9 + 0,112 \cdot 0,436) = 2,05$$

$$\% \Delta U = \frac{100 \cdot \Delta U}{U} = 0,010 \%$$

El valor de 0,01% es inferior al 5% exigido por la norma, por lo tanto el conductor de aluminio HEPR-Z1 12/20 kV de 150mm<sup>2</sup> será valido

### 2.2.3.5 OTRAS CARACTERISITCAS ELECTRICAS

#### -Capacidad de transporte

$$P \times L = \frac{U^2}{100x(R+X \tan \varphi)} \cdot e$$

Donde:

- P = capacidad de transporte [MW]
- U = tensión nominal [kV]
- e = caída de tensión en %
- R = resistencia especifica [ $\Omega$ /km]
- X = reactancia especifica [ $\Omega$ /km]
- tag  $\varphi$  = 0,48 para cos  $\varphi$  = 0,9

Teniendo en cuenta de que se trata de un cable con conductor de aluminio con aislamiento (HEPR) de sección 150 mm<sup>2</sup> R=0,277  $\Omega$ /km y X= 0,112  $\Omega$ /km tensión nominal de la red 20 kV y una caída de tensión máxima del 5% e=5 obtenemos una capacidad de transporte de la línea de:

$$P \times L = 60,46 \text{ MW} \times \text{km}$$

Considerando la longitud total de la línea de 360 metros, la potencia máxima de transporte será:

$$P = 175 \text{ MW}$$

### 2.2.3.6 TABLAS RESULTADOS DE DATOS

Tipo de conductor	Al 12/20 kV HEPR 3 X (1x150mm <sup>2</sup> )
Intensidad de corriente máxima	11,54 A
Densidad máxima de corriente	0,077 A/mm <sup>2</sup>
Resistencia a 105 C	0,277 $\Omega$ /km
Reactancia	0,112 $\Omega$ /km
Caída de tensión máxima	2,05 V → 0,01%
Capacidad de transporte	60,46 MW x km
Potencia máxima de transporte	175 MW
Corriente de cortocircuito máxima	10,10kA

### **2.2.3.7 ANÁLISIS DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR POR TUBERÍAS, RAÍLES, VALLAS, CONDUCTORES DE NEUTRO, BLINDAJES DE CABLES, CIRCUITOS DE SEÑALIZACIÓN Y DE LOS PUNTOS ESPECIALMENTE PELIGROSOS Y ESTUDIO DE LAS FORMAS DE ELIMINACIÓN O REDUCCIÓN.**

De acuerdo con las condiciones de diseño de la línea en una zona completamente nueva para su urbanización y teniendo en cuenta las condiciones del tipo de cable utilizado según el fabricante, las probabilidades de transferencia de tensión al exterior son mínimas. No obstante conviene tener en cuenta lo siguiente:

- Serán conectadas a tierra tanto la pantalla como la cubierta metálica del conductor.
- Las zanjas disponen de una profundidad estipuladas por la compañía suministradora de energía, y todas ellas serán de nueva realización y siendo tenidas en cuenta para posteriores instalaciones como servicio de telecomunicaciones, etc.
- En el caso de que en su trazado, la zanja para el tendido del cable de MT, encuentre en su cercanía la cimentación de alguna farola o transporte de comunicaciones, se tenderá el cable a una distancia mínima de 50 cm. Si esta distancia no se puede cumplir, se utilizará una protección mecánica de resistencia adecuada, prolongada a 50 cm a ambos lados de los cantos descubiertos en el sentido longitudinal de la zanja.

**2.3.1 CENTROS DE TRANSFORMACION TIPO miniBLOCK****2.3.1.1 INTENSIDAD DE ALTA TENSION**

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

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (1)$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]

Up tensión primaria [kV]

Ip intensidad primaria [A]

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

Cada centro de transformación del tipo miniBLOK incluye un único transformador con una potencia de 400kVA

$$I_p = 11,5 \text{ A}$$

**2.3.1.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSION**

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 400 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

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

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2)$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]

Us tensión en el secundario [kV]

Is intensidad en el secundario [A]

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

$$I_s = 549,9 \text{ A.}$$

**2.3.1.3 CORTOCIRCUITOS****2.3.1.3.1 OBSERVACIONES**

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

**2.3.1.3.2 CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.**

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

$$I_{CCP} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_P} \quad (3)$$

donde:

Scc potencia de cortocircuito de la red [MVA]

Up tensión de servicio [kV]

Iccp corriente de cortocircuito [kA]

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

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

$$I_{CCS} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot U_S \cdot E_{CC}} \quad (4)$$

donde:

P potencia de transformador [kVA]

Ecc tensión de cortocircuito del transformador [%]

Us tensión en el secundario [V]

Iccs corriente de cortocircuito [kA]

#### 2.3.1.3.2.1 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.

Utilizando la expresión 3 descrita anteriormente, y teniendo en cuenta que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es:

$$I_{ccp} = 10,1 \text{ kA}$$

#### 2.3.1.3.2.1 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 400 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío. La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula (4)

$$I_{ccs} = 13,7 \text{ kA}$$

#### 2.3.1.4 SELECCIÓN DE FUSIBLES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.

Los fusibles de protección en alta tensión van incorporados de fábrica en las respectivas celdas de MT, los fusibles de baja tensión, serán seleccionados en base a los cálculos obtenidos en los anillos de baja tensión, estos serán por norma de Iberdrola del tipo gG

En la siguiente tabla se muestra que fusible seleccionado para cada salida del cuadro de BT:

Centro de transformación	Anillo	Rama	Fusible
CT-1	1	1	200 A
CT-1	1	2	200 A
CT-1	2	1	200 A
CT-1	2	2	200 A

CT-2	1	1	160 A
CT-2	1	2	200 A
CT-2	2	1	200 A
CT-2	2	2	160 A
CT-3	1	1	160 A
CT-3	1	2	160 A
CT-3	2	1	250 A
CT-3	2	2	200 A
CT-4	1	1	200 A
CT-4	1	2	200 A
CT-4	2	1	200 A
CT-4	2	2	200 A
CT-5	1	1	100 A
CT-5	1	2	200 A
CT-5	2	1	200 A
CT-5	2	2	200 A

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

#### 2.3.1.5.1 DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores. Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm·m.

#### 2.3.1.5.2 DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.

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

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que

puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir renganches 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.

### 2.3.1.5.3 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.

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

### 2.3.1.5.4. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA.

Características de la red de alimentación:

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

Puesta a tierra del neutro:

- Resistencia del neutro  $R_n = 0 \text{ Ohm}$
- Reactancia del neutro  $X_n = 25 \text{ Ohm}$
- Limitación de la intensidad a tierra  $I_{dm} = 400 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra  $R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$
- Resistencia del hormigón  $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

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

$$I_d \cdot R_t \leq V_n \quad (6)$$

donde:

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

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} \quad (7)$$

donde:

- Un tensión de servicio [V]
- Rn resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- Rt resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- Xn reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- Id intensidad de falta a tierra [A]

En este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$\cdot I_d = 230,94 \text{ A}$$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 43,3 \text{ Ohm}$$

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

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_t \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (8)$$

donde:

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

Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según valores antes indicados:

$$\cdot K_r \leq 0,2887$$

La configuración adecuada tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 25-25/5/42
- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 2.5x2.5 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia Kr = 0,121
- De la tensión de paso Kp = 0,0291
- De la tensión de contacto Kc = 0,0633

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

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.
- Alrededor del edificio de maniobra exterior se colocará una acera perimetral de 1 m de ancho con un espesor suficiente para evitar tensiones de contacto cuando se maniobran los equipos desde el exterior.

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

$$R_t = K_v \cdot R_o \quad (9)$$

donde:

Kr coeficiente del electrodo

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]

R't resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Transformación:

$$R't = 18,15 \text{ Ohm}$$

y la intensidad de defecto real:

$$I'd = 373,77 \text{ A}$$

### 2.3.1.5.5. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO DE LA INSTALACIÓN.

En los edificios de maniobra exterior no existen posibles tensiones de paso en el interior ya que no se puede acceder al interior de los mismos.

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, es necesario una acera perimetral, en la cual no se precisa el cálculo de las tensiones de paso y de contacto desde esta acera con el interior, ya que éstas son prácticamente nulas. Se considera que la acera perimetral es parte del edificio.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V_d = R'_t \cdot I'_d \quad (10)$$

donde:

R't resistencia total de puesta a tierra [Ohm]  
 I'd intensidad de defecto [A]  
 V'd tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

$$V'd = 6783,84 \text{ V}$$

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

$$V_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (11)$$

donde:

Kc coeficiente

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'd intensidad de defecto [A]

V'c tensión de paso en el acceso [V]

La tensión de paso en el centro de transformación será:

$$V'p = 1116 \text{ V}$$

### 2.3.1.5.6. CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.

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

T=0,7seg

K=72

n=1

-Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000}\right) \quad (12)$$

Donde:

K coeficiente

t tiempo total de duración de la falta [s]

n coeficiente

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]

Vp tensión admisible de paso en el exterior [V]

Tenemos que Vp=1954,29V

-Tension de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p \text{ acc}} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000}\right) \quad (13)$$

donde:

K coeficiente

t tiempo total de duración de la falta [s]

n coeficiente

R<sub>o</sub> resistividad del terreno en [Ohm·m]

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

V<sub>p(acc)</sub> tensión admisible de paso en el acceso [V]

Tenemos que la tensión admisible de paso en el acceso es V<sub>p(acc)</sub>=10748,57 V

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V'p = 1116 \text{ V} < Vp = 1954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro

$$V'p(\text{acc}) = 2454 \text{ V} < Vp(\text{acc}) = 10748,57 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$V'd = 5040 \text{ V} < Vbt = 10000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$I_a = 50 \text{ A} < I_d = 400 \text{ A} < I_{dm} = 400 \text{ A}$$

### 2.3.1.5.7. ANÁLISIS DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR POR TUBERÍAS RAÍLES, VALLAS, CONDUCTORES DE NEUTRO, BLINDAJES DE CABLES, CIRCUITOS DE SEÑALIZACIÓN Y DE LOS PUNTOS ESPECIALMENTE PELIGROSOS Y ESTUDIO DE LAS FORMAS DE ELIMINACIÓN O REDUCCIÓN.

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<sub>o</sub> resistividad del terreno en [Ohm·m]

I' d intensidad de defecto [A]

D distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

$$D = 11,94 \text{ m}$$

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

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

- Identificación: 8/22 (según método UNESA)
- Geometría: Picas alineadas
- Número de picas: dos
- Longitud entre picas: 2 metros
- Profundidad de las picas: 0,8 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,194$
- $K_c = 0,0253$

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

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,194 \cdot 150 = 29,1 < 37 \text{ Ohm}$$

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

## 2.3.2 CENTROS DE TRANSFORMACION TIPO PFU-5

### 2.3.2.1 INTENSIDAD DE ALTA TENSION

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

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (1)$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]

U<sub>p</sub> tensión primaria [kV]

I<sub>p</sub> intensidad primaria [A]

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

Cada centro de transformación del tipo miniBLOK incluye un único transformador con una potencia de 400kVA

$$I_p = 11,5 \text{ A}$$

### 2.3.2.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 400 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

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

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2)$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]

U<sub>s</sub> tensión en el secundario [kV]

I<sub>s</sub> intensidad en el secundario [A]

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

$$I_s = 549,9 \text{ A.}$$

### 2.3.2.3 CORTOCIRCUITOS

#### 2.3.2.3.1 OBSERVACIONES

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

### 2.3.2.3.2 CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.

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

$$I_{CCP} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} \cdot U_P} \quad (3)$$

donde:

S<sub>cc</sub> potencia de cortocircuito de la red [MVA]

U<sub>p</sub> tensión de servicio [kV]

I<sub>ccp</sub> corriente de cortocircuito [kA]

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

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

$$I_{CCS} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot U_S \cdot E_{CC}} \quad (4)$$

donde:

P potencia de transformador [kVA]

E<sub>cc</sub> tensión de cortocircuito del transformador [%]

U<sub>s</sub> tensión en el secundario [V]

I<sub>ccs</sub> corriente de cortocircuito [kA]

#### 2.3.2.3.2.1 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.

Utilizando la expresión 3 descrita anteriormente, y teniendo en cuenta que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es:

$$I_{ccp} = 10,1 \text{ kA}$$

#### 2.3.2.3.2.1 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 400 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío. La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula (4)

$$I_{ccs} = 13,7 \text{ kA}$$

### 2.3.2.4 SELECCIÓN DE FUSIBLES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.

Los fusibles de protección en alta tensión van incorporados de fábrica en las respectivas celdas de MT, los fusibles de baja tensión, serán seleccionados en base a los cálculos obtenidos en los anillos de baja tensión, estos serán por norma de Iberdrola del tipo gG

En la siguiente tabla se muestra que fusible seleccionado para cada salida del cuadro de BT:

Centro de transformación	Anillo	Rama	Fusible
CTR	1	1	125 A
CTR	1	2	160 A
CTR	2	1	200 A
CTR	2	2	200 A

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

#### 2.3.2.5.1 DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores. Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm·m.

#### 2.3.2.5.2 DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.

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

De la red:

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

#### 2.3.2.5.3 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.

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

#### 2.3.2.5.4. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA.

Características de la red de alimentación:

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

Puesta a tierra del neutro:

- Resistencia del neutro  $R_n = 0 \text{ Ohm}$
- Reactancia del neutro  $X_n = 25 \text{ Ohm}$
- Limitación de la intensidad a tierra  $I_{dm} = 400 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra  $R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$
- Resistencia del hormigón  $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

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

$$I_d \cdot R_t \leq V_n \quad (6)$$

donde:

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

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} \quad (7)$$

donde:

- $U_n$  tensión de servicio [V]
- $R_n$  resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- $R_t$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- $X_n$  reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- $I_d$  intensidad de falta a tierra [A]

En este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$\cdot I_d = 230,94 \text{ A}$$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 43,3 \text{ Ohm}$$

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

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_t \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (8)$$

donde:

R<sub>t</sub> resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

R<sub>o</sub> resistividad del terreno en [Ohm·m]

K<sub>r</sub> coeficiente del electrodo

Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según valores antes indicados:

$$\cdot K_r \leq 0,2887$$

La configuración adecuada tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 25-25/5/42
- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 2.5x2.5 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia K<sub>r</sub> = 0,121
- De la tensión de paso K<sub>p</sub> = 0,0291
- De la tensión de contacto K<sub>c</sub> = 0,0633

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

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.
- Alrededor del edificio de maniobra exterior se colocará una acera perimetral de 1 m de ancho con un espesor suficiente para evitar tensiones de contacto cuando se maniobran los equipos desde el exterior.

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

$$R_t = K_v \cdot R_o \quad (9)$$

donde:

Kr coeficiente del electrodo

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]

R't resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Transformación:

$$R't = 18,15 \text{ Ohm}$$

y la intensidad de defecto real:

$$I'd = 373,77 \text{ A}$$

### 2.3.2.5.5. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO DE LA INSTALACIÓN.

En los edificios de maniobra exterior no existen posibles tensiones de paso en el interior ya que no se puede acceder al interior de los mismos.

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, es necesario una acera perimetral, en la cual no se precisa el cálculo de las tensiones de paso y de contacto desde esta acera con el interior, ya que éstas son prácticamente nulas. Se considera que la acera perimetral es parte del edificio.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V_d = R'_t \cdot I'_d \quad (10)$$

donde:

R't resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

I'd intensidad de defecto [A]

V'd tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

$$V'd = 6783,84 \text{ V}$$

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

$$V_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (11)$$

donde:

Kc coeficiente

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'd intensidad de defecto [A]

V'c tensión de paso en el acceso [V]

La tensión de paso en el centro de transformación será:

$$V'p = 1116 \text{ V}$$

### 2.3.2.5.6. CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.

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

$$T=0,7\text{seg}$$

$$K=72$$

$$n=1$$

-Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000}\right) \quad (12)$$

Donde:

K coeficiente

t tiempo total de duración de la falta [s]

n coeficiente

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]

Vp tensión admisible de paso en el exterior [V]

Tenemos que  $V_p=1954,29\text{V}$

-Tension de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p \text{ acc}} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000}\right) \quad (13)$$

donde:

K coeficiente

t tiempo total de duración de la falta [s]

n coeficiente

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]

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

Vp(acc) tensión admisible de paso en el acceso [V]

Tenemos que la tensiona admisible de paso en el acceso es  $V_p(\text{acc})=10748,57\text{ V}$

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V'_p = 1116\text{ V} < V_p = 1954,29\text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro

$$V'_p(\text{acc}) = 2454\text{ V} < V_p(\text{acc}) = 10748,57\text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$V'_d = 5040\text{ V} < V_{bt} = 10000\text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$I_a = 50 \text{ A} < I_d = 400 \text{ A} < I_{dm} = 400 \text{ A}$$

### 2.3.2.5.7. ANÁLISIS DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR POR TUBERÍAS RAÍLES, VALLAS, CONDUCTORES DE NEUTRO, BLINDAJES DE CABLES, CIRCUITOS DE SEÑALIZACIÓN Y DE LOS PUNTOS ESPECIALMENTE PELIGROSOS Y ESTUDIO DE LAS FORMAS DE ELIMINACIÓN O REDUCCIÓN.

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:

- Ro     resistividad del terreno en [Ohm•m]
- I'd     intensidad de defecto [A]
- D     distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

$$D = 11,94 \text{ m}$$

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

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

- Identificación: 8/22 (según método UNESA)
- Geometría: Picas alineadas
- Número de picas: dos
- Longitud entre picas: 2 metros
- Profundidad de las picas: 0,8 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- Kr = 0,194
- Kc = 0,0253

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra

contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,194 \cdot 150 = 29,1 < 37 \text{ Ohm}$$

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

- 3 PLIEGO DE CONDICIONES**
- 3.1.1 OBJETO**
- 3.1.2 DISPOSICIONES GENERALES**
- 3.2 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES Y ECONOMICAS**
- 3.2.1 DESCRIPCION DE LAS OBRAS**
- 3.2.1.1 DATOS GENERALES DE LA OBRA**
- 3.2.1.2 AMBITO DE APLICACION.**
- 3.2.2 CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES**
- 3.2.3 CONDICIONES ADMINISTRATIVAS.**
- 3.2.3.1 LICENCIA DE OBRAS.**
- 3.2.3.2 DOCUMENTACION DE LA OBRA**
- 3.2.3.3 RESPONSABILIDADES ADMINISTRATIVAS**
- 3.2.4 CONDICIONES DE CONTRATACIÓN**
- 3.2.4.1 DEL CONTRATISTA**
- 3.2.4.2 DEL CONTRATO**
- 3.2.4.3 DEL PRESUPUESTO**
- 3.2.4.4 RESCISION DE CONTRATO**
- 3.2.4.5 SUBCONTRATACIONES DE OBRAS**
- 3.2.4.6 FIANZA**
- 3.2.5 MEDICION Y ABONO DE LAS OBRAS**
- 3.2.5.1 CONDICIONES GENERALES**
- 3.2.5.2 INDEMNIZACION POR DAÑOS QUE SE ORIGINEN CON MOTIVO DE LA EJECUCION DE LAS OBRAS**
- 3.2.5.3 MEDIOS AUXILIARES<sup>3</sup>**
- 3.2.5.4 MEDICION Y ABONO DE LAS OBRAS TERMINADAS**
- 3.2.5.5 MODO DE ABONAR LAS OBRAS DEFECTUOSAS PERO ADMISIBLES**
- 3.2.5.6 MODO DE ABONAR LAS OBRAS INCOMPLETAS**
- 3.2.5.7 ABONO DE OBRAS ACCESORIAS**
- 3.2.5.8 VICIOS Y DEFECTOS DE CONSTRUCCION**
- 3.2.5.9 RECLAMACIONES**
- 3.2.5.10 GASTOS DE CARACTER SOCIAL**
- 3.2.5.11 DISPOSICIÓN FINAL**
  
- 3.3 PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS Y PARTICULARES**
- 3.3.1 NORMAS DE APLICACION Y CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES**
- 3.3.1.1 EXAMEN DE LOS MATERIALES ANTES DE SU EMPLEO**
- 3.3.1.2 CASO DE QUE LOS MATERIALES NO SATISFAGAN LAS CONDICIONES**
- 3.3.1.3 RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA**
  
- 3.4 CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS EN MT**
- 3.4.1 CONDICIONES GENERALES**
- 3.4.1.1 PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO**

**3.4.1.2 REPLANTEO GENERAL DE LA OBRA**

**3.4.1.3 DESVIOS DE SERVICIOS**

**3.4.1.4 PREPARACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA OBRA**

**3.4.1.5 ZANJAS**

**3.4.1.5.1 ZANJAS EN TIERRA**

**3.4.1.5.2 ZANJA NORMAL PARA MEDIA TENSIÓN**

**3.4.1.5.3 ZANJA PARA MEDIA TENSIÓN EN TERRENO CON SERVICIOS**

**3.4.1.5.4 ZANJA CON MÁS DE UNA BANDA HORIZONTAL**

**3.4.1.5.5 ZANJAS EN ROCA**

**3.4.1.5.6 ZANJAS ANORMALES Y ESPECIALES**

**3.4.2.8 CRUCES**

**3.4.2.9 TENDIDO Y LEVANTADO DE CABLES**

**3.4.2.9.1 TENDIDO DE CABLES EN ZANJA ABIERTA**

**3.4.2.9.2 TENDIDO DE CABLES EN GALERÍAS O TUBULARES**

**3.4.2.10 MONTAJES EN CABLES DE MEDIA TENSIÓN**

**3.4.2.10.1 EMPALMES**

**3.4.2.10.2 BOTELLAS TERMINALES**

**3.4.2.10.3 HERRAJES Y CONEXIONES.**

**3.4.3 PLIEGO DE CONDICIONES DE CENTROS DE TRANSFORMACION.**

**3.4.3.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES.**

**3.4.3.1.1 OBRA CIVIL.**

**3.4.3.1.2 APARATURA DE ALTA TENSIÓN.**

**3.4.3.1.3 TRANSFORMADORES.**

**3.4.3.1.4 EQUIPOS DE MEDIDA.**

**3.4.3.2 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.**

**3.4.3.3 PRUEBAS REGLAMENTARIAS.**

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

**3.4.3.5 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.**

**3.4.3.6 LIBRO DE ÓRDENES.**

**3.4.4 CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS EN BT**

**3.4.4.1 CONDICIONES GENERALES**

**3.4.4.2 PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO**

**3.4.4.3 REPLANTEO GENERAL DE LA OBRA**

**3.4.4.4 DESVIOS DE SERVICIOS**

**3.4.4.5 PREPARACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA OBRA**

**3.4.4.6 ZANJAS**

**3.4.4.6.1 ZANJAS EN TIERRA**

**3.4.4.6.2 ZANJA NORMAL PARA BAJA TENSIÓN**

**3.4.4.6.3 ZANJA PARA BAJA TENSIÓN EN TERRENO CON SERVICIOS**

**3.4.4.6.4 ZANJA CON MÁS DE UNA BANDA HORIZONTAL**

**3.4.4.6.5 ZANJAS EN ROCA**

**3.4.4.6.6 ZANJAS ANORMALES Y ESPECIALES**

**3.4.4.6.7 ROTURA DE PAVIMENTOS**

**3.4.4.7 REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS**

**3.4.4.8 CRUCES**

**3.4.4.9 TENDIDO Y LEVANTADO DE CABLES**

**3.4.4.9.1 TENDIDO DE CABLES EN ZANJA ABIERTA**

**3.4.4.9.2 TENDIDO DE CABLES EN GALERÍAS O TUBULARES**

**3.4.4.10 MONTAJES EN CABLES DE BAJA TENSIÓN**

**3.4.4.10.1 EMPALMES**

**3.4.4.10.2 DERIVACIONES EN CABLES UNIPOLARES**

**3.4.4.10.3 TERMINALES**

**3.4.4.10.4 ARMARIOS DE DISTRIBUCIÓN Y DE CONTADORES**

**3.4.4.10.5 COLOCACIÓN DE SOPORTES Y PALOMILLAS**

**3.4.4.12 TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES**

**3.4.5 DISPOSICIONES GENERALES**

**3.4.5.1 DISPOSICIONES QUE, ADEMAS DE LA LEGISLACION GENERAL, REGIRAN DURANTE LA IGENCIA DEL CONTRATO**

**3.4.5.2 AUTORIDAD DEL DIRECTOR DE LA OBRA**

**3.4.5.3 CONTRADICCIONES, OMISIONES Y MODIFICACIONES DE PROYECTO**

**3.4.5.4 PLAZO DE EJECUCION DE LAS OBRAS**

**3.4.5.5 PRECAUCIONES A ADOPTAR DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS**

**3.4.5.6 CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO**

**3.4.5.7 VIGILANCIA DE LAS OBRAS**

**3.4.5.8 RECEPCION PROVISIONAL DE LAS OBRAS**

**3.4.5.9 CONSERVACION DE LAS OBRAS Y PLAZO DE GARANTIA**

**3.4.5.10 RECEPCION DEFINITIVA**

**3.4.5.11 REGLAMENTO Y ACCIDENTES DE TRABAJO**

**3.4.5.12 GASTOS DE CARACTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA**

**3.4.5.13 RESPONSABILIDAD Y OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA**

### **3 PLIEGO DE CONDICIONES**

#### **3.1.1 OBJETO**

Este Pliego de Condiciones determina los resultados necesarios para la ejecución de las instalaciones eléctricas de un Polígono Industrial y su suministro mediante línea de Media Tensión, cuyas características técnicas están especificadas en el presente proyecto.

Afectará a todas las obras que comprende el proyecto; señalarán las normas a seguir para la ejecución de las obras, los criterios a aplicar, las pruebas a realizar en las recepciones, el plazo de garantía y abono de las obras, etc...

#### **3.1.2 DISPOSICIONES GENERALES**

El contratista o persona que lleve a cabo la ejecución de las obras está obligado al cumplimiento de la reglamentación del trabajo correspondiente, contratación de seguro obligatorio, seguro de enfermedad, subsidio familiar y otras disposiciones de carácter social vigentes.

### **3.2 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES Y ECONOMICAS**

#### **3.2.1 DESCRIPCION DE LAS OBRAS**

##### **3.2.1.1 DATOS GENERALES DE LA OBRA**

Se entregará al contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del proyecto, así como cuantos datos necesite para la completa ejecución de la obra.

El contratista podrá sacar copias a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

Los originales serán devueltos al Director de Obra después de la utilización, responsabilizándose el contratista de su conservación.

El contratista no hará alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

Tras la terminación de la obra, el contratista actualizará los documentos y planos existentes, entregando al Director de Obra los expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados en un plazo máximo de dos meses.

### 3.2.1.2 AMBITO DE APLICACION.

Las condiciones aquí establecidas se exigen para proporcionar las garantías suficientes de buen funcionamiento de todos los elementos integrantes en las instalaciones eléctricas en general, asignando asimismo, las normas de seguridad y duración, tanto a los componentes del proyecto, como de su ejecución o montaje, admitiendo para los mencionados elementos el uso normal en este tipo de instalaciones.

Se indican en este pliego, los certificados oficiales exigibles previamente al suministro, y por consiguiente a la colocación de los materiales, así como los ensayos oficiales o pruebas que la dirección facultativa de la obra estime convenientes a realizar con los materiales suministrados para comprobar que la calidad de los mismos corresponde con la avalada por los certificados oficiales facilitados.

También se recogen las verificaciones a realizar, referentes al funcionamiento de las instalaciones con los resultados consignados en acta firmada por el ingeniero director de la obra, requisito previo a la recepción provisional y liquidación de obra.

Los gastos de toda índole originados por la realización de ensayos, pruebas, etc. serán a cargo del contratista hasta la cuantía correspondiente al 1% del presupuesto.

### 3.2.2 CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES

Las obras del proyecto se registrarán por lo especificado en:

- Reglamento General de Contratación, según Decreto 3410/75 de 25 de Noviembre.
- Pliego de condiciones Generales para Contratación de Obras Públicas, aprobado por Decreto 3854/70 de 31 de Diciembre.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Decreto 3413/1973 de 20 de Septiembre.
- Reglamento Electrotécnico para Alta Tensión, aprobado por Decreto 3413/1973 de 20 de Septiembre.
- Reglamento de verificaciones Eléctricas y Regulación en el suministro de Energía, según Decreto de 12 de Marzo de 1954.
- Ordenanzas Generales de Seguridad e Higiene en el Trabajo, aprobada por O.M. de 9 de Marzo de 1971, del Ministerio de Trabajo.

En caso de discrepancia entre el contenido de los documentos, se aplicará el criterio correspondiente al que tenga una fecha de aprobación posterior, salvo que se trate de prescripciones cuyo cumplimiento esté obligado por la vigente legislación.

### **3.2.3 CONDICIONES ADMINISTRATIVAS.**

#### **3.2.3.1 LICENCIA DE OBRAS.**

Una vez solicitada la reglamentaria licencia de obras y pagados al municipio los derechos reglamentarios, no se dará comienzo a las obras hasta tanto no haya recibido el propietario las licencias correspondientes, o hubiesen transcurrido los dos meses reglamentarios desde la fecha de la solicitud sin haber recibido contestación alguna.

La licencia de obras se entiende que se refiere única y exclusivamente a las obras que se reseñan en el presente proyecto; toda obra o parte no considerada en el mismo y que se llevase a efecto se entiende que es por cuenta y riesgo y responsabilidad del propietario no responsabilizándose el autor del proyecto ni civil ni criminalmente ni ante la administración de la ejecución de las mismas ni de los accidentes o daños que sucediesen en esas obras o partes de obra. Lo mismo se entiende para obras o modificaciones que se llevasen a efecto con posterioridad a las inspecciones oficiales.

#### **3.2.3.2 DOCUMENTACION DE LA OBRA**

Cuando se dé comienzo a las obras y durante el transcurso de las mismas deberá estar en la obra la documentación completa de la misma o en su defecto, fotocopia de todos los documentos que pudieran ser solicitados por los representantes de la autoridad.

#### **3.2.3.3 RESPONSABILIDADES ADMINISTRATIVAS**

Cuando el técnico director reciba la comunicación del propietario indicando que se da comienzo a las obras, éste tiene derecho a suponer, y así supondrá, que el propietario se encuentra en posesión de la licencia de obras u otras autorizaciones que fuesen necesarias, no siendo obligación suya el pedir que le sean mostradas, toda vez que para ello están los Agentes de la Autoridad.

Se entiende, por tanto, que la responsabilidad total por el comienzo de las obras sin licencias y autorizaciones del reglamento recaen totalmente sobre el propietario, no teniendo, por tanto, derecho a reclamar de la Dirección Facultativa gestión alguna ante la administración para mitigar o anular las sanciones que por causa le fueran impuestas.

### **3.2.4 CONDICIONES DE CONTRATACIÓN**

#### **3.2.4.1 DEL CONTRATISTA**

El contratista se compromete a ejecutar las obras ajustándose en todo momento al presente proyecto, a las instrucciones que le serán facilitadas por la Dirección Facultativa y a la legislación vigente sobre este particular.

Se entiende en este Pliego de Condiciones que el contratista, constructor o albañil que se hiciese cargo de las obras conoce perfectamente su oficio y se compromete a construir dentro de las buenas normas de la edificación. Debiendo recurrir en caso de duda a la Dirección

Facultativa o bien al técnico titular de la obra para que verbalmente o por escrito le den las instrucciones necesarias para la buena ejecución de la misma.

El contratista cuidará de tener operarios expertos y el material adecuado. Siendo facultativo de la Dirección de Obras el pedirle el historial de los trabajos realizados por el contratista y su equipo e incluso indicar al propietario la conveniencia de no firmar contrato, si a la vista de los trabajos no pareciese capacitado para la realización del presente proyecto.

#### **3.2.4.2 DEL CONTRATO**

Para la ejecución de la obra, deberá existir un contrato entre el propietario y el contratista. En dicho contrato deberán figurar: nombre y dirección de ambos ( propietario y contratista ), debiendo acreditar este último su capacidad legal para realizar el trabajo, nombre y dirección de los técnicos que intervienen en la instalación, pliego de condiciones por el que se rige la instalación, revisión de precios aplicables, fianza establecida, trabajos especiales no contratados, beneficio industrial, forma de pago y plazos de ejecución y recepción.

El contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza, tanto en la ejecución de la obra en relación con el proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas.

Es obligación del propietario facilitar al contratista la lectura total del presupuesto, de los planos y del presente Pliego.

#### **3.2.4.3 DEL PRESUPUESTO**

Se entiende en este Pliego, que el presupuesto base para la obra es el que figura en el presente proyecto, redactado por el Técnico autor del mismo.

Sobre el coste de ejecución del material el proyectista puede cargar su beneficio industrial autorizado.

Si el contratista se comprometiese a hacer las obras en precio menor al fijado, se entiende que reduce su beneficio, sin mengua de la calidad de la obra no pudiendo en este caso reclamar al autor del proyecto gestión alguna ante el propietario si este se mostrase disconforme por ser la calidad de la obra inferior a la proyectada.

Si en la redacción del proyecto, con su presupuesto base correspondiente, y la firma del contrato de construcción hubiese transcurrido largo tiempo, o el nivel de precios medios hubiese sufrido notables alteraciones, tanto el propietario como el contratista podrán solicitar al autor del proyecto la redacción de nuevo presupuesto base.

#### 3.2.4.4 RESCISION DE CONTRATO

El contrato puede ser rescindido por cualquiera de las causas reconocidas como válidas en las cláusulas del mismo o en la vigente legislación. Toda diferencia o falta de acuerdo en el cumplimiento del contrato será resuelta por vía judicial, pudiendo no obstante, si ambas partes convienen en ello, acatar el fallo dictado por un tercer perito o tribunal nombrado a tal efecto.

Podrán ser causas de resolución del contrato unilateralmente por parte del propietario, sin que medie indemnización ninguna a la Empresa contratista cuando se cometa reincidencia alguna de las faltas que a continuación se exponen:

- Si la empresa contratista no respetase las prescripciones de la oferta.
- Si la Empresa Contratista no mantuviera sus compromisos en realización de las obras.
- En general, si la Empresa Contratista no cumpliera cualquiera de las restantes especificaciones acordadas.
- La no observancia de las medidas de seguridad en el trabajo.
- Causar daños o perjuicios a las instalaciones o servicios de la sociedad.
- El incumplimiento de las leyes laborales vigentes, en especial, el impago de impuestos y seguros sociales.

#### 3.2.4.5 SUBCONTRATACIONES DE OBRAS

Salvo que el contrato disponga lo contrario, que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

Estas subcontrataciones estarán sometidas al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Que se de conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquel lo autorice previamente.
- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el contratista no quedará vinculado en absoluto ni recogerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obra no eximirá al contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al contratante.

Cuando las contrataciones sean parciales o por oficios, se entiende que cada contrato parcial estará sujeto a las condiciones estipuladas en este Pliego, y lo mismo se entiende para los subcontratistas.

Los contratistas parciales (de partes de obra) y los subcontratistas se consideran como contratistas a todos los efectos y obligaciones previstas en los diversos apartados del presente Pliego de Condiciones.

#### **3.2.4.6 FIANZA**

El propietario puede exigir del contratista una fianza o aval bancario del 5% del valor de las obras como máximo.

Si el contratista se negara a efectuar los trabajos necesarios para ultimar las condiciones contratadas o con las deficiencias habidas en la recepción provisional, podrá ordenarse la ejecución a un tercero, abonando en su nombre la fianza sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario.

La fianza deberá ser abonada al contratista en un plazo no superior a 15 días, contada desde la fecha del acto de recepción definitiva, devengando a partir de ese momento un interés del 1% mensual.

### **3.2.5 MEDICION Y ABONO DE LAS OBRAS**

#### **3.2.5.1 CONDICIONES GENERALES**

Todas las unidades de obra se abonarán a los precios ofertados en el presupuesto.

Para aquellos materiales cuya medición se haya de realizar en peso, el contratista deberá situar en los puntos que indique el director de la obra, las básculas o instalaciones necesarias cuyo empleo deberá ser precedido de la correspondiente aprobación del citado director de obra.

Cuando se autorice la conversión de peso a volumen o viceversa, los factores de conversión serán definidos por el director de la obra.

Las dosificaciones que se indican en el presente proyecto se dan tan solo a título de orientación, y podrán ser modificadas por el director de la obra.

Se entenderá que todos los precios contratados son independiente de las dosificaciones definitivas adoptadas y que cualquier variación de las mismas no dará derecho al contratista a reclamar abono complementario alguno.

### **3.2.5.2 INDEMNIZACION POR DAÑOS QUE SE ORIGINEN CON MOTIVO DE LA EJECUCION DE LAS OBRAS**

El contratista deberá adoptar en cada momento todas las medidas que estime necesarias para la debida seguridad de las obras, solicitando la aprobación del ingeniero director, en el caso de no estar previstas en el proyecto. En consecuencia, cuando por motivo de la ejecución de los trabajos o durante el plazo de garantía, a pesar de las precauciones adoptadas en la construcción, se originasen averías o perjuicios en instalaciones o edificios, públicos o privados, el contratista abonará el importe de los mismos.

### **3.2.5.3 MEDIOS AUXILIARES**

Se entenderá que todos los medios auxiliares están englobados en los precios de las unidades de obra correspondientes así como el consumo de energía eléctrica, etc.

Los medios auxiliares que garanticen la seguridad del personal operario son de la única exclusiva responsabilidad del contratista.

### **3.2.5.4 MEDICION Y ABONO DE LAS OBRAS TERMINADAS**

La medición será realizada por la dirección de la obra y tendrá lugar en presencia y con intervención del contratista o de aquel a quien delegue, entendiéndose en éste renuncia a tal derecho si, avisado oportunamente no compareciese a tiempo. En tal caso será válido el resultado que la dirección de obra consigne.

El pago de obras se hará sobre certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubiesen ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figura en las certificaciones se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10%, con los planos y referencias necesarios para su comprobación.

Los precios a que se abonarán serán los correspondientes a los precios unitarios del presupuesto o cuadro de precios del proyecto o precios unitarios contratados, resultantes en caso de haberse aplicado la baja de la licitación. Se entenderá que dichos precios incluyen siempre el suministro, manipulación y empleo de todos los materiales necesarios para la realización de las unidades de obra correspondientes. Asimismo, se entenderá que todos los precios comprenden los gastos de maquinaria, mano de obra, elementos accesorios, transportes, herramientas y toda clase de operaciones directas o incidentales necesarias para dejar las unidades de obra total y correctamente terminadas. También se entienden incluidas cualquier norma de seguridad, señalización, desvío de tráfico, mantenimiento de conducciones de servicio, desvíos y reparaciones provisionales y definitivas de los mismos. seguros de accidentes, responsabilidades civiles, etc.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar determinados por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

### **3.2.5.5 MODO DE ABONAR LAS OBRAS DEFECTUOSAS PERO ADMISIBLES**

Si alguna obra no se hallara ejecutada con arreglo a las condiciones del contrato y fuese sin embargo admisible a juicio de la administración, podrá ser recibida provisionalmente y definitivamente en su caso, pero el contratista quedará obligado a conformarse con la rebaja que la administración apruebe, salvo en caso en que el contratista prefiera demolerla a su coste y rehacerla con arreglo a las condiciones del contrato.

### **3.2.5.6 MODO DE ABONAR LAS OBRAS INCOMPLETAS**

Cuando por consecuencia de rescisión o por otra causa fuese preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra fraccionada en otra forma que la establecida.

En ningún caso tendrá derecho el contratista a reclamación deduciendo la baja de subasta, aunque el abono de las diversas unidades de obra certificadas no presuponga la recepción de dichas unidades en la de los materiales que la constituyen, que no tendrá lugar hasta la recepción definitiva de las obras.

### **3.2.5.7 ABONO DE OBRAS ACCESORIAS**

El adjudicatario adquiere la obligación de ejecutar todos los trabajos que se le ordenen, aún cuando no se hallen expresamente estipulados en el proyecto, siempre que los disponga así la dirección de obra, sin que ello de lugar a reclamación alguna por parte del contratista. Estas obras se ejecutarán con arreglo a los proyectos de detalle caso de que su importancia lo exija, o con arreglo a las instrucciones de la dirección de obra.

No tendrá derecho el contratista al abono de obras ejecutadas sin orden concreta comunicada por escrito.

Las obras accesorias y auxiliares ordenadas al contratista se abonarán a los precios contratados si fueran aplicables. Si contienen materiales o unidades no previstas en el proyecto y que por tanto, no tienen señalado preciso en el presupuesto, la dirección de obra determinará previamente a la ejecución el correspondiente precio contradictorio.

### **3.2.5.8 VICIOS Y DEFECTOS DE CONSTRUCCION**

Cuando la administración o dirección de obra presumiesen la existencia de vicio o defectos de construcción, sea en el curso de la ejecución de las obras o antes de su recepción definitiva se podrá ordenar la demolición y reconstrucción en la parte o extensión necesaria siendo los gastos de estas operaciones por cuenta del contratista.

### **3.2.5.9 RECLAMACIONES**

En el caso de que el contratista formule reclamaciones contra las valoraciones efectuadas por la dirección de obra, esta pasará dichas reclamaciones con su informe correspondiente, a la administración quien posteriormente a los asesoramientos que estime oportunos, resolverá como considere conveniente. Contra esta resolución caben recursos propios de la vía administrativa.

### **3.2.5.10 GASTOS DE CARACTER SOCIAL**

Los gastos que originen la atenciones y obligaciones de carácter social cualquiera que ellas sean, quedan incluidas expresa y tácitamente en todos y cada uno de los precios que para las distintas unidades se consignan en el cuadro de precios número uno del presupuesto. El contratista por consiguiente no tendrá derecho a reclamar su abono en otra forma.

### **3.2.5.11 DISPOSICIÓN FINAL**

El presente pliego de condiciones generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

### **3.3 PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS Y PARTICULARES**

#### **3.3.1 NORMAS DE APLICACION Y CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES**

##### **3.3.1.1 EXAMEN DE LOS MATERIALES ANTES DE SU EMPLEO**

Para garantizar las calidades exigidas, la Dirección Facultativa podrá exigir certificado de calidad en origen de todo el material empleado en la construcción.

La Dirección Facultativa se reserva el derecho de obtener cuantas muestras estime oportunas para realizar cuantos análisis o pruebas considere necesario, tanto en Taller como "in situ".

La toma de muestras se extenderá al 5% de los elementos a examinar; caso de que no se encuentre defecto inadmisibles según las normas reseñadas, se dará el lote por bueno. Si se hallase un defecto, la revisión se extenderá a otro 10% dándose por bueno el lote si no se encontrase defecto inadmisibles.

En caso de hallarse un nuevo defecto, la toma de muestras podría extenderse al total de los materiales. Todos los lotes defectuosos deberán ser sustituidos por el suministrador, lo cual no representará ninguna modificación de las condiciones de contratación (precio, plaza de entrega, etc.).

Solamente el primer muestreo será con cargo a la propiedad, siempre que el resultado sea satisfactorio, siendo los otros por cuenta del suministrador.

Tanto en Taller como en montaje, el adjudicatario deberá disponer de los medios que la Dirección Facultativa considere como más adecuados para realizar las comprobaciones geométricas (teodolito, nivel, cinta métrica, plomada, plantillas, etc.).

##### **3.3.1.2 CASO DE QUE LOS MATERIALES NO SATISFAGAN LAS CONDICIONES**

Cuando los materiales no satisfagan a los que para cada caso particular se determine en los artículos anteriores, el contratista se atenderá a lo que sobre este punto ordene por escrito el ingeniero director para el cumplimiento de lo preceptuado en los respectivos artículos del presente pliego.

##### **3.3.1.3 RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA**

El empleo de los materiales no excluye la responsabilidad del contratista por la calidad de ellos, y quedará subsistente hasta que se reciban definitivamente los obras en que dichos materiales se hayan empleado.

Asimismo la vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del contratista.

### 3.5 CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS EN MT

#### 3.5.1 CONDICIONES GENERALES

Todas las obras comprendidas en el proyecto se efectuarán de acuerdo con las especificaciones del presente pliego, los planos del proyecto y las instrucciones del ingeniero director, quien resolverá además, las cuestiones que se planteen referentes a la interpretación de aquellos y a las condiciones de ejecución.

El ingeniero director suministrará al contratista cuanta información se precise para que las obras puedan ser realizadas.

El orden de ejecución de los trabajos deberá ser aprobado por el ingeniero director y será compatible con los plazos programados.

Antes de iniciar cualquier trabajo deberá el contratista ponerlo en conocimiento del ingeniero director y recabar su autorización.

Los materiales a utilizar en estas obras cumplirán las prescripciones que para ellos se fijan en los planos del proyecto y en el presente pliego de prescripciones, o las que en su defecto, indique el ingeniero director.

##### 3.5.1.1 PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO

El contratista organizará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos, y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra.

##### **Interrupción de los trabajos.**

Cuando las obras iniciadas hayan de quedar interrumpidas se le comunicará al Director de Obra en la forma que se le comunicó el comienzo de las mismas.

Es obligación del contratista el retirar todos aquellos andamios o elementos de construcción que supongan un peligro o estorbo a terceras personas.

Es obligación del propietario, una vez interrumpidas las obras, el vigilar periódicamente elementos de atado o apoyo (cuerdas, nudos, grapas, etc.), que con el tiempo pudieran deteriorarse.

Si la Dirección Facultativa en dos visitas sucesivas a las obras, en días y horas de labor encontrase éstas paradas y sin personal en las mismas, entenderá que las obras han quedado interrumpidas por tiempo indefinido; así comunicará a su Colegio, entendiéndose que desde este momento declina la responsabilidad por deterioro natural de la obra, así como los daños que a terceras personas pudieran derivar del abandono de materiales y andamiaje.

**Reanudación de los trabajos.**

Al reanudarse los trabajos en la obra, esta circunstancia deberá ser puesta en conocimiento de la Dirección Facultativa en forma fehaciente, pues se comprende que no se hará responsable de las obras o parte de las mismas que se ejecutasen sin su conocimiento.

**Terminación de las obras.**

Cuando las obras estén totalmente terminadas el director de obra certificará tal extremo a reserva de aquello que las inspecciones reglamentarias indicasen que se ha de reformar, entendiéndose que la obra no está en disposición de uso hasta que las inspecciones de reglamento emitan su dictamen favorable, siendo obligación del contratista dar cumplimiento a lo que los inspectores mandasen.

**Uso de la construcción.**

Todo usuario de la construcción tiene derecho a consultar al técnico creador del proyecto, sobre las cargas que puede colocar sobre los elementos de la misma, entendiéndose que el usuario es responsable de los daños que pudieran derivarse por mal uso de la construcción, y el propietario lo es de los daños que pudieran derivarse por mala conservación de la misma o falta de las reparaciones y cuidados que sean normales o de reglamento.

**3.5.1.2 REPLANTEO GENERAL DE LA OBRA**

El contratista hará sobre el terreno el replanteo general de las obras de la traza marcando de una manera completa y detallada cuantos puntos sean precisos y convenientes para determinación mas completa de sus alineaciones y demás elementos. Asimismo señalará también sobre el terreno, puntos o referencias de nivel con las correspondientes referidas a un único plano de comparación.

De este replanteo, que deberán presenciar el ingeniero director por si mismo o delegar en persona autorizada debidamente, se levantará acta suscrita por el ingeniero director y contratista o por sus representantes. A partir de la fecha del acta y durante todo el tiempo que se invierta en la ejecución de las obras, la vigilancia y conservación de las señales o puntos determinantes de traza y nivelación correrá a cargo del contratista.

Será de cuenta del contratista de conformidad con lo dispuesto en el epígrafe a) del artículo 4 del decreto 137/1960 de 4 de febrero, todos los gastos que el replanteo ocasione.

El contratista llevará a cabo durante la ejecución de las obras cuantos replanteos parciales estime necesarios. En todos ellos deberá atenerse al replanteo general previamente efectuado, y será de la exclusiva responsabilidad del contratista, siendo así mismo de su cuenta cuantos gastos se originen por ello.

El ingeniero director podrá en todo momento proceder a comprobar los replanteos hechos por el contratista, siendo obligación de este el facilitar a su cargo, todo el personal y

cuantos elementos juzgue preciso el ingeniero para realizar con la mayor seguridad la comprobación que desee.

Cuando el resultado de esta comprobación, sea cualquiera la fecha y época en que se ejecute, se encontrarán errores de traza, nivelación o de otra clase, el ingeniero ordenará la demolición de lo erróneamente ejecutado, restitución a su estado anterior de todo aquello que indebidamente haya sido excavado o demolido, y ejecución de las obras accesorias o de seguridad para la obra definitiva que pudieran ser precisas como consecuencias de las falsas operaciones hechas.

Todos los gastos de demoliciones y de obras accesorias o de seguridad son de cuenta del contratista sin derecho a ningún abono por parte de la administración y sin que nunca pueda servir de pretexto el que el ingeniero haya visto o visitado con anterioridad y sin hacer observación alguna las obras que ordena demoler o rectificar, o incluso, el que ya hubieran sido abonadas en relaciones o certificaciones mensuales anteriores.

### **3.5.1.3 DESVIOS DE SERVICIOS**

Antes de comenzar las excavaciones, el contratista, basado en los planos y datos de que dispongan, o mediante la visita a los mismos, si es factible, deberá estudiar y replantear sobre el terreno los servicios e instalaciones afectados, considerando la mejor forma de ejecutar los trabajos para no dañarlos, señalando los que, en último extremo considera necesario modificar.

Si el ingeniero director se muestra conforme, solicitará de la empresa u organismos correspondientes, la modificación de estas instalaciones abonándose estas operaciones mediante factura. No obstante, si con el fin de acelerar las obras, las empresas interesadas recaban la colaboración del contratista, deberá éste prestar la ayuda necesaria.

### **3.5.1.4 PREPARACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA OBRA**

Para la buena marcha de la ejecución de un proyecto de canalización subterránea, conviene hacer un análisis de los distintos pasos que hay que hacer y de la forma de hacerlos.

Al recibir un proyecto y antes de empezar su ejecución, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

- Comprobar que se dispone de todos los permisos tanto oficiales como particulares para la ejecución del mismo.
- Hacer un reconocimiento sobre el terreno del trazado de la canalización, fijándose en la existencia de las bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc., que normalmente se puedan apreciar por registros en la vía pública.

- Es también interesante, de una manera aproximada, fijar las acometidas a las viviendas existentes de agua y de gas con el fin de evitar en lo posible, el deterioro de las mismas al hacer las zanjas.

- El contratista antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de canalización, de acuerdo con las normas municipales, así como determinará las protecciones precisas, tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios, para los accesos a los portales, comercios, garajes, así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos, etc.

Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

### **3.5.1.5 ZANJAS**

#### **3.5.1.5.1 ZANJAS EN TIERRA**

Comprenden:

- a) Apertura de las zanjas.
- b) Suministro y colocación de protección de arena.
- c) Suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillo.
- d) Colocación de la cinta de “atención al cable”.
- e) Tapado y apisonado de las zanjas.
- f) Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes.
- g) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

a) Apertura de las zanjas.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras, evitando ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán en el pavimento de las aceras, las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura, como su longitud, y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas, se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva, con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se dejará, si es posible, un paso de 50 cm., entre las tierras extraídas y las zanjas, a todo lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras, registros de gas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública, se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación, se precisará una autorización especial.

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existentes como futuras, serán ejecutados cruces de tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente, y previa autorización del Supervisor de la Obra.

b) Suministro y colocación de protección de arena.

La arena que se utilice para la protección de los cables, será limpia, suelta, áspera, y crujiente al tacto; exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas rugosas, para lo cual, si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de miga o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente, y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de la Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 20 cm. de arena. Ambas capas de arena ocuparan la anchura total de la zanja.

c) Suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillo.

Encima de la segunda capa de arena, se colocará una capa protectora de rasillas o ladrillo, siendo su anchura de un pie (25 cm.) cuando se trate de proteger un solo cable. La anchura se incrementará en medio pie (12,5 cm.) por cada cable que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos, duros y fabricados con buenas arcillas. Su cocción será perfecta, tendrá sonido campanil y su fractura será uniforme, sin caliches ni cuerpos extraños. Tanto los ladrillos huecos como las rasillas, estarán fabricados con barro fino y presentará caras planas con estrías.

Cuando se tiendan dos o más cables tripolares de M.T. o una o varias ternas de cables unipolares, entonces se colocará, a todo lo largo de la zanja, un ladrillo en posición de canto para separar los cuando no se pueda conseguir una separación de 25 cm. entre ellos.

d) Colocación de la cinta de "atención al cable".

En las canalizaciones de cables de media tensión y baja tensión, se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos "Atención a la existencia de cable", del tipo utilizado por IBERDROLA. Se colocará a lo largo de la canalización, una tira por cada cable de media tensión tripolar o terna de unipolares y en la vertical del mismo, a 0,50 mt. aproximadamente sobre el fondo de la zanja.

En las zanjas normales de cables de B.T. se colocará sólo una tira de cinta sea cual fuere el número de cables y circuitos.

e) Tapado y apisonado de las zanjas.

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación, apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de diez centímetros de espesor, las cuales, serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de "Atención" se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado en d).

f) Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes.

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arena, rasilla, así como al esponje normal del terreno, serán retiradas por el contratista y llevadas al vertedero.

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

### **3.5.1.5.2 ZANJA NORMAL PARA MEDIA TENSIÓN**

Se considera como zanja normal para cables de media tensión, la que tiene 0,50 m. de anchura media y profundidad mínima de 0,80 m.

Al ser de 10 cm. el lecho de arena, los cables irán como mínimo a 0,70 m. de profundidad. Cuando esto no sea posible y la profundidad sea inferior a 0,50 m., deberán protegerse los cables con chapas de hierro, tubos de fundición u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, siempre de acuerdo y con la aprobación del Supervisor de Obra.

### **3.3.2.6.3 ZANJA PARA MEDIA TENSIÓN EN TERRENO CON SERVICIOS**

Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables, aparezcan otros servicios, se cumplirán los siguientes requisitos:

- a) Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en el caso de que haya que correrlos para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones. Nunca se deben dejar los cables suspendidos por necesidad de la canalización, de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión tanto en empalmes como en derivaciones puedan sufrir.
- b) Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.
- c) Se procurará que la distancia mínima entre servicios sea la reflejada en los planos de detalle correspondientes.
- d) Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm. de los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm., cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará

una protección mecánica, resistente, a lo largo de la fundación del soporte, prolongada una longitud de 50 cm. a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella, con la aprobación del supervisor de la obra.

#### **3.3.2.6.4 ZANJA CON MÁS DE UNA BANDA HORIZONTAL**

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponde y llevará su correspondiente protección de arena y rasilla.

Se procurará que los cables de media tensión vayan colocados en la zanja por el lado más alejado de las viviendas y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas.

De este modo se logrará una independencia prácticamente casi total entre ambas canalizaciones.

La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser superior a 25 cm.

Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en los planos de detalle correspondientes.

#### **3.3.2.6.5 ZANJAS EN ROCA**

Se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjas en tierra. La profundidad mínima será de 2/3 de los indicados anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá a las indicaciones del Supervisor de Obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.

#### **3.3.2.6.6 ZANJAS ANORMALES Y ESPECIALES**

La separación mínima entre ejes multipolares o mazos de cables unipolares, componentes del mismo circuito, deberá ser de 0,25 m. para cables baja tensión y media tensión, y la separación entre los ejes de los cables extremos y la pared de la zanja de 0,10 m.; por tanto, la anchura de la zanja se hará con arreglo a estas distancias mínimas y de acuerdo con lo indicado en los planos de detalle correspondientes cuando además, haya que colocar tubos.

También en algunos casos se pueden presentar dificultades anormales (galerías, pozos, cloacas, etc.) Entonces los trabajos se realizarán con las precauciones y normas pertinentes al caso y las generales dadas para zanjas de tierra

### **3.3.2.6.7 ROTURA DE PAVIMENTOS**

Además de las disposiciones dadas por la entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- a) La rotura del pavimento con maza (almádena), está rigurosamente prohibido, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, con tajadera.
  
- b) En el caso en el que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales de posible posterior utilización, se quitarán estos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose de forma que no sufran ningún deterioro y el lugar que molesten menos a la circulación.

### **3.3.2.7 REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS**

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstitución con piezas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc. En general serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo de granito y otros similares.

### 3.3.2.8 CRUCES

Se harán cruces de una canalización en los casos siguientes:

- a) Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
- c) En la entradas de carruajes o garajes públicos.
- d) En los lugares en donde por las diversas causas no deba dejarse la zanja abierta.
- e) En sitios donde se crea necesario por indicación del proyecto o del Supervisor de Obra.

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes, para tener toda la zanja a la vez dispuesta para el tendido del cable.

Estos cruces serán siempre rectos y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada.

Sobresaldrán en la acera hacia el interior, unos 20 cm., del bordillo.

El diámetro de los tubos de uralita será de 16cms. según el tipo de cruce elegido. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderá a lo indicado en los planos de detalle correspondientes. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

La profundidad de los cables de B.T. en los cruces será como mínimo de 80 cm. respecto al nivel de terreno.

Cuando por imposibilidad de hacer la zanja a la profundidad citada, los cables estén situados a menos de 80 cm. de profundidad, tanto en media como en baja tensión, se dispondrán en vez de en tubos, en uralita ligera, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

Los tubos vacíos, sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma, se quedan de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Para hormigonar los tubos se procederá del modo siguiente: se echa previamente una solera de hormigón bien nivelada de unos 8 cm. de espesor sobre la que se asienta la primera capa de tubos separados entre si unos 4 cm., procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente.

Sobre esta nueva solera se coloca la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procede como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que deba tener.

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes cualidades y condiciones:

- a) Los tubos serán de cemento tipo uralita ligera provenientes de fábricas de garantía, siendo el diámetro que se señala en estas normas el correspondiente al interior del tubo y su longitud, la más apropiada para el cruce de que se trate. Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable del cable, con objeto no dañar a éste en la citada operación.
- b) El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española del Ministerio de Obras Públicas. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar cuando lo crea conveniente, los ensayos y análisis de Laboratorio que considere oportunos. En general, se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de fraguado lento.
- c) La arena será limpia, suelta, áspera, crujiendo al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas; para lo cual, si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 ó 3 mm.
- d) Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura silíceo, compacta, resistente, limpia de tierra y de detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones serán de 10 a 60 mm. con granulometría apropiada. Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea, piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

e) Agua.- Se empleará el agua procedente de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.

f) Mezcla.- La dosificación a emplear será la normal en éste tipo de hormigones para fundaciones, recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especializadas en ello.

### **3.3.2.9 TENDIDO Y LEVANTADO DE CABLES**

#### **3.3.2.9.1 TENDIDO DE CABLES EN ZANJA ABIERTA**

Manejo y preparación de bobinas

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma. La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad del tendido; en el caso de suelos con pendiente, suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte del cable por los tubos.

En el caso de cable trifásico, no se canalizará desde el mismo punto en dos direcciones opuestas, con el fin de que las espirales de los dos tramos se correspondan.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

Tendido de Cables.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre pendiente que el radio de curvatura del cable debe ser: superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y, superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los hombres estarán distribuidos de una forma uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adaptado una cabeza apropiada, y, con un esfuerzo de tracción por mm<sup>2</sup>, de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tensión mientras se tiende.

El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras.

No se permitirá desplazar el cable lateralmente por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional, se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados, no se permitirá hacer el tendido de cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja, en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm. de arena fina en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm. de arena fina y la protección de rasilla.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro, con objeto de sanear las puntas y si tiene aislamiento de plástico, el cruzamiento será como mínimo de 50 cm.

Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente; si involuntariamente se produjera alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte de la contrata, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera, él mismo, que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno muy rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja de canalización sirva de drenaje, con lo que se originará un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies de la misma, para disminuir la pendiente y, de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

En los cables de media tensión tripolares y cuando así lo exija la Supervisión de Obra, cada metro y medio de su recorrido se pondrá una tira de plomo abarcando el cable, en la que constará la sección, tensión del servicio, naturaleza del conductor y las siglas de IBERDROLA. La grabación quedará en la parte interior para facilitar su conservación.

Cuando dos o más cables de M.T. discurren paralelos entre dos Subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja, utilizando para ello cada metro y medio cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos, al ir separados sus ejes 25 cm. mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo recorrido entre dos C.T.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares, tanto en media tensión como en baja tensión, formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante el que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

a) Cada metro y medio serán colocados por fase, una, dos, o tres vueltas de cinta adhesiva y permanente, indicativo de la fase1, fase2 y fase3, cuando se trate de cables unipolares y además con un color distinto para los componentes de cada terna de cables o circuito, procurando que el ancho de las vueltas o fajas de los cables pertenecientes a circuitos distintos, sean también diferentes, aunque iguales para los del mismo circuito.

Recordamos que en el tendido de cables unipolares de M.T. de aislamiento seco, se incluye también el tendido por la esquina de la zanja y en toda su longitud, de un cable desnudo de acero galvanizado de 100 mm<sup>2</sup> de sección, con el fin de establecer una unión eléctrica entre las masas de los dos C.T., unidos por el cable, contribuyendo así además a la mejora de las tomas de tierra de ambos.

b) Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de M.T. tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesiva y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

### 3.3.2.9.2 TENDIDO DE CABLES EN GALERÍAS O TUBULARES

Tendido de Cables en Tubulares.

Cuando el cable se tienda, a mano con cabrestante y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, con un dispositivo de malla, llamado calcetín, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamientos de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

En los cables de media tensión unipolares, cada fase pasará por un tubo distinto, y en los cables de baja tensión se deberán pasar los cuatro conductores de cada circuito por el mismo tubo. Nunca se pasarán dos cables trifásicos de media tensión por un tubo, ni dos cables unipolares por un mismo tubo.

En algunos casos muy especiales, previa autorización del Supervisor de Obra, se podrá pasar una terna de cables unipolares de M.T. por un mismo tubo. En baja tensión tampoco se pasará por el mismo tubo más de un cable o conjunto de cables pertenecientes a líneas diferentes.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados, y si esto no fuera posible, se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto, donde indique el Supervisor de Obra.

Una vez tendido el cable, los tubos se tapanán perfectamente con cinta de Yute Pirelli TUPIR, o similar para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior, y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

Tendido de cables en galería.

Los cables en galerías se colocarán en palomillas, ganchos u otros soportes adecuados, que serán colocados previamente de acuerdo con lo indicado con anterioridad.

Antes de empezar el tendido se decidirá el sitio donde va a colocarse el nuevo cable para que no se interfiera con los servicios ya establecidos.

En los tendidos en galerías serán colocadas las cintas correspondientes y las palomillas o soportes deberán distribuirse de modo que puedan aguantar los esfuerzos electrodinámicos que posteriormente pudieran presentarse.

### **3.3.2.10 MONTAJES EN CABLES DE MEDIA TENSIÓN**

#### **3.3.2.10.1 EMPALMES**

Se ejecutarán los tipos denominados reconstituidos cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por IBERDROLA o en su defecto, las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado, se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar coqueras. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijeras, navajas, etc.

En los cables de aislamiento seco, sobre todo los de aislamiento de goma, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de la cinta semiconductor, pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de una deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

### **3.3.2.10.2 BOTELLAS TERMINALES**

Se utilizarán los modelos aceptados por IBERDROLA, siguiendo sus normas o en su defecto las que dice el fabricante del cable o el de las botellas terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose este con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebose por la parte superior.

Así mismo, se tendrá especial cuidado en el doblado de los cables de papel impregnado, para no rozar el papel, así como en la confección del cono difusor de flujos en los cables del campo radial, prestando atención especial a la continuidad de la pantalla.

Se recuerdan las mismas normas sobre el corte de los rollos de papel, y la limpieza de los trazos de la cinta semiconductoras dadas en el apartado anterior de empalmes.

### **3.3.2.10.3 HERRAJES Y CONEXIONES.**

Se procurará que los soportes de las botellas terminales queden fijos tanto en las paredes de los centros de transformación, como en las torres metálicas y tengan la debida resistencia mecánica para soportar el peso de los soportes, botellas terminales y cables.

Así mismo, se procurará que queden completamente horizontales.

### **3.5.1.6 TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES.**

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

### **3.3.3 PLIEGO DE CONDICIONES DE CENTROS DE TRANSFORMACION.**

#### **3.3.3.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES.**

##### **3.3.3.1.1 OBRA CIVIL.**

El edificio destinado a alojar en su interior las instalaciones será una construcción prefabricada de hormigón modelo M110CT2.

Se realizará el transporte, la carga y descarga de los elementos constitutivos del EP, sin que estos sufran ningún daño en su estructura. Para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el Fabricante para su traslado y ubicación, así como las recomendaciones para su montaje.

Sus elementos constructivos son los descritos en el apartado correspondiente de la Memoria del presente proyecto.

De acuerdo con la Recomendación UNESA 1303-A, el edificio prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial.

La base del edificio será de hormigón armado con un mallazo equipotencial.

Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial, estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos, se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

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

Cada pieza de las que constituyen el edificio deberán disponer de dos puntos metálicos, lo más separados entre sí, y fácilmente accesibles, para poder comprobar la

continuidad eléctrica de la armadura. Todas las piezas contiguas estarán unidas eléctricamente entre sí. La continuidad eléctrica podrá conseguirse mediante los elementos mecánicos del ensamblaje.

Todos los elementos metálicos del edificio que están expuestos al aire serán resistentes a la corrosión por su propia naturaleza, o llevarán el tratamiento protector adecuado que en el caso de ser galvanizado en caliente cumplirá con lo especificado en la RU.- 6618-A.

### **3.3.3.1.2 APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.**

Las celdas a emplear serán de la serie SM6 de Merlin Gerin, compuesta por celdas modulares equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción.

Serán celdas de interior y su grado de protección según la Norma 20-324-94 será IP 307 en cuanto a la envolvente externa.

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

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra deberá ser un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra) asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo de interruptor y seccionador de puesta a tierra.

El interruptor será en realidad interruptor-seccionador. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

\* CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de apartamentada bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099.

Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos,

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento del juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables.
- d) Compartimento de mandos.
- e) Compartimento de control.

que se describen a continuación.

- a) Compartimento de aparellaje.

Estará relleno de SF<sub>6</sub> y sellado de por vida según se define en el anexo GG de la recomendación CEI 298-90. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años).

La presión relativa de llenado será de 0,4 bar.

Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento aparellaje estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter. Los gases serían canalizados hacia la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.

Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.

El seccionador de puesta a tierra dentro del SF6, deberá tener un poder de cierre en cortocircuito de 40 kA.

El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

b) Compartimento del juego de barras.

Se compondrá de tres barras aisladas de cobre conexas mediante tornillos de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 2,8 mdaN.

c) Compartimento de conexión de cables.

Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado.

Las extremidades de los cables serán:

- Simplificadas para cables secos.

- Termorretráctiles para cables de papel impregnado.

d) Compartimento de mando.

Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra los siguientes accesorios si se requieren posteriormente:

- Motorizaciones.
- Bobinas de cierre y/o apertura.
- Contactos auxiliares.

Este compartimento deberá ser accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos manteniendo la tensión en el centro.

e) Compartimento de control.

En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión tanto en barras como en los cables.

\* CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.

- |  |                |
|--|----------------|
| - Tensión nominal                        | 24 kV.         |
| - Nivel de aislamiento:                  |                |
| a) a la frecuencia industrial de 50 Hz   | 50 kV ef.1mn.  |
| b) a impulsos tipo rayo                  | 125 kV cresta. |
| - Intensidad nominal funciones línea     | 400 A.         |
| - Intensidad nominal otras funciones     | 200/400 A.     |
| - Intensidad de corta duración admisible | 16 kA ef. 1s.  |

\* INTERRUPTORES-SECCIONADORES.

En condiciones de servicio, además de las características eléctricas expuestas anteriormente, responderán a las exigencias siguientes:

- Poder de cierre nominal sobre cortocircuito: 40 kA cresta.
- Poder de corte nominal de transformador en vacío: 16 A.
- Poder de corte nominal de cables en vacío: 25 A.
- Poder de corte (sea por interruptor-fusibles o por interruptor automático): 12.5 kA ef.

\* CORTACIRCUITOS-FUSIBLES.

En el caso de utilizar protección ruptorfusibles, se utilizarán fusibles del modelo y calibre indicados en el capítulo de Cálculos de esta memoria. Sus dimensiones se corresponderán con las normas DIN-43.625.

\* PUESTA A TIERRA.

La conexión del circuito de puesta a tierra se realizará mediante pletinas de cobre de 25 x 5 mm. conectadas en la parte posterior superior de las cabinas formando un colector único.

#### **3.3.3.1.3 TRANSFORMADORES.**

El transformador o transformadores a instalar será trifásico, con neutro accesible en B.T., refrigeración natural, en baño de aceite, con regulación de tensión primaria mediante conmutador accionable estando el transformador desconectado, servicio continuo y demás características detalladas en la memoria.

La colocación de cada transformador se realizará de forma que éste quede correctamente instalado sobre las vigas de apoyo.

#### **3.3.3.1.4 EQUIPOS DE MEDIDA.**

No se prevé la instalación de ningún equipo de medida de la potencia y la energía para facturación.

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

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

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

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

### **3.3.3.3 PRUEBAS REGLAMENTARIAS.**

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

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

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

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

#### **\* PREVENCIONES GENERALES.**

1)- Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.

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

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

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

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

6)- Todas las maniobras se efectuarán colóandose convenientemente sobre la banqueta.

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

\* PUESTA EN SERVICIO.

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

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

\* SEPARACIÓN DE SERVICIO.

10)- Se procederá en orden inverso al determinado en apartado 8, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

11)- Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.

12)- A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores así como en las bornas de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Si hubiera de intervenir en la parte de línea comprendida entre la celda de entrada y seccionador aéreo exterior se avisará por escrito a la compañía suministradora de energía eléctrica para que corte la corriente en la línea alimentadora, no comenzando los trabajos sin la conformidad de ésta, que no restablecerá el servicio hasta recibir, con las debidas garantías, notificación de que la línea de alta se encuentra en perfectas condiciones, para la garantizar la seguridad de personas y cosas.

13)- La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

\* PREVENCIONES ESPECIALES.

14)- No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

15)- No debe de sobrepasar los 60°C la temperatura del líquido refrigerante, en los aparatos que lo tuvieran, y cuando se precise cambiarlo se empleará de la misma calidad y características.

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

### **3.3.3.5 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.**

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

- Autorización Administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de Obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Eléctrica suministradora.

### **3.3.3.6 LIBRO DE ÓRDENES.**

Se dispondrá en este centro del correspondiente libro de órdenes en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación.

## **3.3.4 CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS EN BT**

### **3.3.4.1 CONDICIONES GENERALES**

Todas las obras comprendidas en el proyecto se efectuarán de acuerdo con las especificaciones del presente pliego, los planos del proyecto y las instrucciones del ingeniero director, quien resolverá además, las cuestiones que se planteen referentes a la interpretación de aquellos y a las condiciones de ejecución.

El ingeniero director suministrará al contratista cuanta información se precise para que las obras puedan ser realizadas.

El orden de ejecución de los trabajos deberá ser aprobado por el ingeniero director y será compatible con los plazos programados.

Antes de iniciar cualquier trabajo deberá el contratista ponerlo en conocimiento del ingeniero director y recabar su autorización.

Los materiales a utilizar en estas obras cumplirán las prescripciones que para ellos se fijen en los planos del proyecto y en el presente pliego de prescripciones, o las que en su defecto, indique el ingeniero director.

#### **3.3.4.2 PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO**

El contratista organizará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos, y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra.

Interrupción de los trabajos.

Cuando las obras iniciadas hayan de quedar interrumpidas se le comunicará al Director de Obra en la forma que se le comunicó el comienzo de las mismas.

Es obligación del contratista el retirar todos aquellos andamios o elementos de construcción que supongan un peligro o estorbo a terceras personas.

Es obligación del propietario, una vez interrumpidas las obras, el vigilar periódicamente elementos de atado o apoyo (cuerdas, nudos, grapas, etc.), que con el tiempo pudieran deteriorarse.

Si la Dirección Facultativa en dos visitas sucesivas a las obras, en días y horas de labor encontrase éstas paradas y sin personal en las mismas, entenderá que las obras han quedado interrumpidas por tiempo indefinido; así comunicará a su Colegio, entendiéndose que desde este momento declina la responsabilidad por deterioro natural de la obra, así como los daños que a terceras personas pudieran derivar del abandono de materiales y andamiaje.

Reanudación de los trabajos.

Al reanudarse los trabajos en la obra, esta circunstancia deberá ser puesta en conocimiento de la Dirección Facultativa en forma fehaciente, pues se comprende que no se hará responsable de las obras o parte de las mismas que se ejecutasen sin su conocimiento.

Terminación de las obras.

Cuando las obras estén totalmente terminadas el director de obra certificará tal extremo a reserva de aquello que las inspecciones reglamentarias indicasen que se ha de reformar, entendiéndose que la obra no está en disposición de uso hasta que las inspecciones de reglamento emitan su dictamen favorable, siendo obligación del contratista dar cumplimiento a lo que los inspectores mandasen.

Uso de la construcción.

Todo usuario de la construcción tiene derecho a consultar al técnico creador del proyecto, sobre las cargas que puede colocar sobre los elementos de la misma, entendiéndose que el usuario es responsable de los daños que pudieran derivarse por mal uso de la construcción, y el propietario lo es de los daños que pudieran derivarse por mala conservación de la misma o falta de las reparaciones y cuidados que sean normales o de reglamento.

### **3.3.4.3 REPLANTEO GENERAL DE LA OBRA**

El contratista hará sobre el terreno el replanteo general de las obras de la traza marcando de una manera completa y detallada cuantos puntos sean precisos y convenientes para determinación mas completa de sus alineaciones y demás elementos. Asimismo señalará también sobre el terreno, puntos o referencias de nivel con las correspondientes referidas a un único plano de comparación.

De este replanteo, que deberán presenciar el ingeniero director por si mismo o delegar en persona autorizada debidamente, se levantará acta suscrita por el ingeniero director y contratista o por sus representantes. A partir de la fecha del acta y durante todo el tiempo que se invierta en la ejecución de las obras, la vigilancia y conservación de las señales o puntos determinantes de traza y nivelación correrá a cargo del contratista.

Será de cuenta del contratista de conformidad con lo dispuesto en el epígrafe a) del artículo 4 del decreto 137/1960 de 4 de febrero, todos los gastos que el replanteo ocasione.

El contratista llevará a cabo durante la ejecución de las obras cuantos replanteos parciales estime necesarios. En todos ellos deberá atenerse al replanteo general previamente efectuado, y será de la exclusiva responsabilidad del contratista, siendo así mismo de su cuenta cuantos gastos se originen por ello.

El ingeniero director podrá en todo momento proceder a comprobar los replanteos hechos por el contratista, siendo obligación de este el facilitar a su cargo, todo el personal y cuantos elementos juzgue preciso el ingeniero para realizar con la mayor seguridad la comprobación que desee.

Cuando el resultado de esta comprobación, sea cualquiera la fecha y época en que se ejecute, se encontrarán errores de traza, nivelación o de otra clase, el ingeniero ordenará la demolición de lo erróneamente ejecutado, restitución a su estado anterior de todo aquello que indebidamente haya sido excavado o demolido, y ejecución de las obras accesorias o de seguridad para la obra definitiva que pudieran ser precisas como consecuencias de las falsas operaciones hechas.

Todos los gastos de demoliciones y de obras accesorias o de seguridad son de cuenta del contratista sin derecho a ningún abono por parte de la administración y sin que nunca pueda servir de pretexto el que el ingeniero haya visto o visitado con anterioridad y sin hacer observación alguna las obras que ordena demoler o rectificar, o incluso, el que ya hubieran sido abonadas en relaciones o certificaciones mensuales anteriores.

#### **3.3.4.4 DESVIOS DE SERVICIOS**

Antes de comenzar las excavaciones, el contratista, basado en los planos y datos de que dispongan, o mediante la visita a los mismos, si es factible, deberá estudiar y replantear sobre el terreno los servicios e instalaciones afectados, considerando la mejor forma de ejecutar los trabajos para no dañarlos, señalando los que, en último extremo considera necesario modificar.

Si el ingeniero director se muestra conforme, solicitará de la empresa u organismos correspondientes, la modificación de estas instalaciones abonándose estas operaciones mediante factura. No obstante, si con el fin de acelerar las obras, las empresas interesadas recaban la colaboración del contratista, deberá éste prestar la ayuda necesaria.

#### **3.3.4.5 PREPARACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA OBRA**

Para la buena marcha de la ejecución de un proyecto de canalización subterránea, conviene hacer un análisis de los distintos pasos que hay que hacer y de la forma de hacerlos.

Al recibir un proyecto y antes de empezar su ejecución, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

- Comprobar que se dispone de todos los permisos tanto oficiales como particulares para la ejecución del mismo.
  
- Hacer un reconocimiento sobre el terreno del trazado de la canalización, fijándose en la existencia de las bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc., que normalmente se puedan apreciar por registros en la vía pública.
  
- Es también interesante, de una manera aproximada, fijar las acometidas a las viviendas existentes de agua y de gas con el fin de evitar en lo posible, el deterioro de las mismas al hacer las zanjas.

- El contratista antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de canalización, de acuerdo con las normas municipales, así como determinará las protecciones precisas, tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios, para los accesos a los portales, comercios, garajes, así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos, etc.

Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

### **3.3.4.6 ZANJAS**

#### **3.3.4.6.1 ZANJAS EN TIERRA**

Comprenden:

- a) Apertura de las zanjas.
- b) Suministro y colocación de protección de arena.
- c) Suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillo.
- d) Colocación de la cinta de "atención al cable".
- e) Tapado y apisonado de las zanjas.
- f) Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes.
- g) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

- a) Apertura de las zanjas.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras, evitando ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán en el pavimento de las aceras, las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura, como su longitud, y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas, se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva, con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se dejará, si es posible, un paso de 50 cms., entre las tierras extraídas y las zanjas, a todo lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras, registros de gas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública, se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación, se precisará una autorización especial.

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existentes como futuras, serán ejecutados cruces de tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente, y previa autorización del Supervisor de la Obra.

b) Suministro y colocación de protección de arena.

La arena que se utilice para la protección de los cables, será limpia, suelta, áspera, y crujiente al tacto; exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas rugosas, para lo cual, si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de miga o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente, y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de la Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 20 cm. de arena. Ambas capas de arena ocuparan la anchura total de la zanja.

c) Suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillo.

Encima de la segunda capa de arena, se colocará una capa protectora de rasillas o ladrillo, siendo su anchura de un pié (25 cm.) cuando se trate de proteger un solo cable. La anchura se incrementará en medio pié (12,5 cms.) por cada cable que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos, duros y fabricados con buenas arcillas. Su cocción será perfecta, tendrá sonido campanil y su fractura será uniforme, sin caliches ni cuerpos extraños. Tanto los ladrillos huecos como las rasillas, estarán fabricados con barro fino y presentará caras planas con estrías.

d) Colocación de la cinta de "atención al cable".

En las canalizaciones de cables de media tensión y baja tensión, se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos "Atención a la existencia de cable", del tipo utilizado por IBERDROLA. Se colocará a lo largo de la canalización, una tira por cada cable de media tensión tripolar o terna de unipolares y en la vertical del mismo, a 0,50 mts. aproximadamente sobre el fondo de la zanja.

En las zanjas normales de cables de B.T. se colocará sólo una tira de cinta sea cual fuere el número de cables y circuitos.

e) Tapado y apisonado de las zanjas.

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación, apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de diez centímetros de espesor, las cuales, serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de "Atención" se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado en d).

f) Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes.

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arena, rasilla, así como al esponje normal del terreno, serán retiradas por el contratista y llevadas al vertedero.

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

#### **3.3.4.6.2 ZANJA NORMAL PARA BAJA TENSIÓN**

Se considera como zanja normal para cables de baja tensión la que tiene 0,50 mts., de anchura media y profundidad mínima de 0,80 mts.

Como la separación mínima entre ejes de cables multipolares o de mazos de cables unipolares componentes de distinto circuito, deberá ser de 0,25 mts., en estas zanjas caben hasta tres circuitos.

Al ser de 10 cms. el lecho de arena, los cables irán como mínimo a 0,60 mts. de profundidad.

Cuando esto no sea posible y la profundidad sea inferior a 0,50 mts., deberán protegerse los cables con chapas de hierro, tubos de fundición u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, siempre de acuerdo y con la aprobación del Supervisor de la Obra.

#### **3.3.4.6.3 ZANJA PARA BAJA TENSIÓN EN TERRENO CON SERVICIOS**

Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios, se cumplirán los siguientes requisitos:

- a) Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad, de forma que no sufran ningún deterioro; y en el caso que haya que correrlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de estas canalizaciones. Nunca se deben dejar los cables suspendidos, por necesidad de la canalización, de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto en empalmes como en derivaciones, puedan sufrir.
- b) Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo entre ellos.
- c) Se procurará que la distancia mínima entre servicios sea la reflejada en los planos de detalle correspondientes.
- d) Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cms. de los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasará 150 cms. cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica, resistente, a lo largo de la fundación del soporte prolongada una longitud de 50 cms. a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella, con la aprobación del Supervisor de la Obra.

#### **3.3.4.6.4 ZANJA CON MÁS DE UNA BANDA HORIZONTAL**

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponde y llevará su correspondiente protección de arena y rasilla.

Se procurará que los cables de media tensión vayan colocados en la zanja por el lado más alejado de las viviendas y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas.

De este modo se logrará una independencia prácticamente casi total entre ambas canalizaciones.

La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser superior a 25 cms.

Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en los planos de detalle correspondientes.

#### **3.3.4.6.5 ZANJAS EN ROCA**

Se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjas en tierra. La profundidad mínima será de 2/3 de los indicados anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá a las indicaciones del Supervisor de Obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.

#### **3.3.4.6.6 ZANJAS ANORMALES Y ESPECIALES**

La separación mínima entre ejes multipolares o mazos de cables unipolares, componentes del mismo circuito, deberá ser de 0,25 mts. para cables baja tensión y media tensión, y la separación entre los ejes de los cables extremos y la pared de la zanja de 0,10 mts.; por tanto, la anchura de la zanja se hará con arreglo a estas distancias mínimas y de acuerdo con lo indicado en los planos de detalle correspondientes cuando además, haya que colocar tubos.

También en algunos casos se pueden presentar dificultades anormales (galerías, pozos, cloacas, etc.) Entonces los trabajos se realizarán con las precauciones y normas pertinentes al caso y las generales dadas para zanjas de tierra.

#### **3.3.4.6.7 ROTURA DE PAVIMENTOS**

Además de las disposiciones dadas por la entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- f) La rotura del pavimento con maza (almádena), está rigurosamente prohibido, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, con tajadera.
  
- g) En el caso en el que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales de posible posterior utilización, se quitarán estos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose de forma que no sufran ningún deterioro y el lugar que molesten menos a la circulación.

#### **3.3.4.7 REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS**

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstitución con piezas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc. En general serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo de granito y otros similares.

### 3.3.4.8 CRUCES

Se harán cruces de una canalización en los casos siguientes:

- a) Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
- h) En la entradas de carruajes o garajes públicos.
- i) En los lugares en donde por las diversas causas no deba dejarse la zanja abierta.
- j) En sitios donde se crea necesario por indicación del proyecto o del Supervisor de Obra.

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes, para tener toda la zanja a la vez dispuesta para el tendido del cable.

Estos cruces serán siempre rectos y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada.

Sobresaldrán en la acera hacia el interior, unos 20 cms., del bordillo.

El diámetro de los tubos de uralita será de 16cms. según el tipo de cruce elegido. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderá a lo indicado en los planos de detalle correspondientes. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

La profundidad de los cables de B.T. en los cruces será como mínimo de 80 cms. respecto al nivel de terreno.

Cuando por imposibilidad de hacer la zanja a la profundidad citada, los cables estén situados a menos de 80 cms. de profundidad, tanto en media como en baja tensión, se dispondrán en vez de en tubos, en uralita ligera, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

Los tubos vacíos, sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma, se quedan de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Para hormigonar los tubos se procederá del modo siguiente: se echa previamente una solera de hormigón bien nivelada de unos 8 cms. de espesor sobre la que se asienta la primera capa de tubos separados entre si unos 4 cms., procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente.

Sobre esta nueva solera se coloca la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procede como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que deba tener.

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes cualidades y condiciones:

- g) Los tubos serán de cemento tipo uralita ligera provenientes de fábricas de garantía, siendo el diámetro que se señala en estas normas el correspondiente al interior del tubo y su longitud, la más apropiada para el cruce de que se trate. Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable del cable, con objeto no dañar a éste en la citada operación.
- h) El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española del Ministerio de Obras Públicas. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar cuando lo crea conveniente, los ensayos y análisis de Laboratorio que considere oportunos. En general, se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de fraguado lento.
- i) La arena será limpia, suelta, áspera, crujiendo al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas; para lo cual, si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 ó 3 mm.
- j) Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura silíceo, compacta, resistente, limpia de tierra y de detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones serán de 10 a 60 mm. con granulometría apropiada. Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea, piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

k) Agua.- Se empleará el agua procedente de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.

l) Mezcla.- La dosificación a emplear será la normal en éste tipo de hormigones para fundaciones, recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especializadas en ello.

### **3.3.4.9 TENDIDO Y LEVANTADO DE CABLES**

#### **3.3.4.9.1 TENDIDO DE CABLES EN ZANJA ABIERTA**

Manejo y preparación de bobinas

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma. La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad del tendido; en el caso de suelos con pendiente, suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte del cable por los tubos.

En el caso de cable trifásico, no se canalizará desde el mismo punto en dos direcciones opuestas, con el fin de que las espirales de los dos tramos se correspondan.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

Tendido de Cables.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre pendiente que el radio de curvatura del cable debe ser: superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y, superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los hombres estarán distribuidos de una forma uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adaptado una cabeza apropiada, y, con un esfuerzo de tracción por  $\text{mm}^2$ , de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tensión mientras se tiende.

El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras.

No se permitirá desplazar el cable lateralmente por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional, se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados, no se permitirá hacer el tendido de cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja, en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cms. de arena fina en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cms. de arena fina y la protección de rasilla.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro, con objeto de sanear las puntas y si tiene aislamiento de plástico, el cruzamiento será como mínimo de 50 cms.

Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente; si involuntariamente se produjera alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte de la contrata, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera, él mismo, que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno muy rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja de canalización sirva de drenaje, con lo que se originará un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies de la misma, para disminuir la pendiente y, de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares, tanto en media tensión como en baja tensión, formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante el que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

c) Cada metro y medio serán colocados por fase, una, dos, o tres vueltas de cinta adhesiva y permanente, indicativo de la fase1, fase2 y fase3, cuando se trate de cables unipolares y además con un color distinto para los componentes de cada terna de cables o circuito, procurando que el ancho de las vueltas o fajas de los cables pertenecientes a circuitos distintos, sean también diferentes, aunque iguales para los del mismo circuito.

Recordamos que en el tendido de cables unipolares de M.T. de aislamiento seco, se incluye también el tendido por la esquina de la zanja y en toda su longitud, de un cable desnudo de acero galvanizado de 100 mm<sup>2</sup> de sección, con el fin de establecer una unión eléctrica entre las masas de los dos C.T., unidos por el cable, contribuyendo así además a la mejora de las tomas de tierra de ambos.

d) Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de M.T. tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesiva y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

#### **3.3.4.9.2 TENDIDO DE CABLES EN GALERÍAS O TUBULARES**

Tendido de Cables en Tubulares.

Cuando el cable se tienda, a mano con cabrestante y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, con un dispositivo de malla, llamado calcetín, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamientos de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

En los cables de media tensión unipolares, cada fase pasará por un tubo distinto, y en los cables de baja tensión se deberán pasar los cuatro conductores de cada circuito por el mismo tubo. Nunca se pasarán dos cables trifásicos de media tensión por un tubo, ni dos cables unipolares por un mismo tubo.

En algunos casos muy especiales, previa autorización del Supervisor de Obra, se podrá pasar una terna de cables unipolares de M.T. por un mismo tubo. En baja tensión tampoco se pasará por el mismo tubo más de un cable o conjunto de cables pertenecientes a líneas diferentes.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados, y si esto no fuera posible, se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto, donde indique el Supervisor de Obra.

Una vez tendido el cable, los tubos se tapanán perfectamente con cinta de Yute Pirelli TUPIR, o similar para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior, y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

Tendido de cables en galería.

Los cables en galerías se colocarán en palomillas, ganchos u otros soportes adecuados, que serán colocados previamente de acuerdo con lo indicado con anterioridad.

Antes de empezar el tendido se decidirá el sitio donde va a colocarse el nuevo cable para que no se interfiera con los servicios ya establecidos.

En los tendidos en galerías serán colocadas las cintas correspondientes y las palomillas o soportes deberán distribuirse de modo que puedan aguantar los esfuerzos electrodinámicos que posteriormente pudieran presentarse.

### **3.3.4.10 MONTAJES EN CABLES DE BAJA TENSIÓN**

En estos montajes, se tendrá un cuidado especial en el cable de aluminio y sobre todo en lo que se refiere a la colocación de las arandelas elásticas y a la limpieza de la superficie de contacto, que se realizará cepillando con carda de acero el cable, previamente impregnado de grasa neutra o vaselina para evitar la formación instantánea de alúmina. Los empalmes, terminales, etc., se harán siguiendo las normas de IBERDROLA, o en su defecto, las publicadas por los fabricantes de los cables o de los accesorios.

#### **3.3.4.10.1 EMPALMES**

Se utilizarán las piezas normalizadas por IBERDROLA, teniendo en cuenta las prescripciones señaladas en el montaje de cables de baja tensión.

Este empalme normal que llevará cintas autovulcanizantes y protectoras, debe quedar perfectamente estanco a los agentes externos, ya que para reconstituir el aislamiento, no lleva ninguna caja adicional de protección. El espesor del aislamiento reconstituido, será del orden del doble del que normalmente tiene el cable.

#### **3.3.4.10.2 DERIVACIONES EN CABLES UNIPOLARES**

Se tomará la precaución de utilizar las máquinas de compresión y las matrices apropiadas en las derivaciones a compresión, y las piezas apropiadas en las derivaciones tornillo, además de las recomendaciones indicadas en el apartado de montajes de cables de baja tensión.

La reconstitución del aislamiento, se realizará con cintas autovulcanizantes de acuerdo con las normas de IBERDROLA, colocando como mínimo un espesor doble del que normalmente tiene el cable, y a continuación, la cinta protectora.

### **3.3.4.10.3 TERMINALES**

Colocación de terminales en puntas.

Se seguirán las normas generales indicadas por el fabricante y por IBERDROLA S.A., insistiendo en la correcta utilización de las matrices apropiadas y del número de entalladuras para cada sección de cable.

Para proteger el tramo de conductor que pueda quedar sin aislamiento entre el terminal y la cubierta del cable, se utilizará sin aislante adhesiva de P.V.C. Se tendrán en cuenta además, las indicaciones dadas en el apartado 3.7, sobre todo para el aluminio.

### **3.3.4.10.4 ARMARIOS DE DISTRIBUCIÓN Y DE CONTADORES**

Fundaciones para armarios.

Se confeccionarán de forma que tengan la suficiente resistencia mecánica, así como con la cimentación suficiente para evitar posteriores hundimientos, de acuerdo con las normas de IBERDROLA.

Al preparar la fundación, se dejarán los tubos o taladros necesarios para el posterior tendido de los cables, colocándolos con la mayor inclinación posible, para que los cables queden siempre, como mínimo, a 50 cms. por debajo de la rasante del suelo.

La fundación para armarios tendrá como mínimo 15 cms. de altura sobre el nivel del suelo, y si en el armario van contadores, la necesaria para que estos queden como mínimo a 60 cms. de la rasante del suelo.

Debe dejarse un taladro que salga lateralmente a 50 cms., bajo el nivel del terreno, para poder conectar a través de él la toma de tierra del electrodo de barra con el neutro de B.T.

Colocación de Armarios.

Se recibirán con mortero de cemento, procurándose dejar bien nivelada la base. Esta debe ir fija con pernos verticales a la fundación.

Montaje y conexionado de armarios.

El montaje de terminales y su conexionado se hará de acuerdo con las normas dadas a cabo en el apartado 3.7.3.

Se tendrá en cuenta al hacer la conexión de los conductores de la red, que el neutro debe ir situado siempre a la izquierda del observador, mirando el armario de frente, y que la base portafusibles correspondiente, llevará un “tubo o barra de neutro” en vez de cartucho fusible.

#### **3.3.4.10.5 COLOCACIÓN DE SOPORTES Y PALOMILLAS**

Soportes y palomillas para cables sobre muros de hormigón.

Antes de proceder a la ejecución de taladros, se comprobará la buena resistencia mecánica de las paredes; se realizará así mismo, el replanteo para que una vez colocadas los cables, queden bien sujetos sin estar forzados.

El material de agarre que se utilice será el apropiado para que las paredes no queden debilitadas y las palomillas soporten el esfuerzo necesario para cumplir la misión para la que se colocan.

Soporte y palomillas para cables sobre muros ladrillo.

Igual al apartado anterior, pero sobre paredes de ladrillo.

### **3.3.4.12 TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES**

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

### **3.3.5 DISPOSICIONES GENERALES**

#### **3.3.5.1 DISPOSICIONES QUE, ADEMAS DE LA LEGISLACION GENERAL, REGIRAN DURANTE LA VIGENCIA DEL CONTRATO**

Además de lo señalado en el presente pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, durante la vigencia del contrato regirá el pliego de cláusulas administrativas generales para la contratación de obras del Estado, así como las disposiciones que lo complementen o modifiquen.

La contrata queda obligada a cumplimentar cuantas disposiciones oficiales sean de aplicación a las obras de este proyecto, aunque no hayan sido mencionadas en los artículos de este pliego y aceptar cualquier instrucción, reglamento o norma que pueda dictarse por el ministerio de obras publicas durante la ejecución de los trabajos.

#### **3.3.5.2 AUTORIDAD DEL DIRECTOR DE LA OBRA**

El director de la obra resolverá, en general, todos los problemas que se plantean durante la ejecución de los trabajos del presente proyecto, de acuerdo con las atribuciones que le concede la legislación vigente. De forma especial el contratista deberá seguir sus instrucciones en cuanto se refiere a la calidad y acopio de materiales, ejecución de las unidades de obra, interpretación de planos y especificaciones, modificaciones del proyecto, programa de ejecución de los trabajos y precauciones a adoptar en el desarrollo de los mismos, así como en lo relacionado con la conservación de la estética del paisaje que pueda ser afectado por las instalaciones o por la ejecución del paisaje que pueda ser afectado por las instalaciones o por la ejecución de préstamos, caballeros, vertederos, acopios o cualquier otro tipo de trabajo.

### **3.3.5.3 CONTRADICCIONES, OMISIONES Y MODIFICACIONES DE PROYECTO**

Lo mencionado en el presente pliego y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese desarrollado en ambos documentos. En caso de contradicción entre los planos y el pliego de prescripciones particulares prevalecerá lo prescrito en este último.

El contratista estará obligado a poner cuanto antes en conocimiento del ingeniero director de las obras cualquier discrepancia que observe entre los distintos planos del proyecto o cualquier otra circunstancia surgida durante la ejecución de los trabajos, que diese lugar a posibles modificaciones del proyecto.

Como consecuencia de la información recibida por el contratista, o por propia iniciativa a la vista de las necesidades de la obra, el director de la misma podrá ordenar y proponer las modificaciones que considere necesarias de acuerdo con el presente pliego y la legislación vigente sobre la materia.

### **3.3.5.4 PLAZO DE EJECUCION DE LAS OBRAS**

El plazo de ejecución de la totalidad de las obras objeto de este proyecto será el que se fije en pliego de cláusulas administrativas particulares, a contar del día siguiente al levantamiento del acta de comprobación del replanteo. Dicho plazo de ejecución incluye el montaje de las instalaciones precisas para la realización de todos los trabajos.

El contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalizan en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

Los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el director de obra, debido a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

### **3.3.5.5 PRECAUCIONES A ADOPTAR DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS**

Todas las obras proyectadas deben ejecutarse sin interrumpir el tránsito, y el contratista propondrá, con tal fin las medidas pertinentes. La ejecución se programará y realizará de manera que las molestias que se deriven sean mínimas.

Cuando tengan que efectuarse modificaciones o reformas de caminos o calles, la parte de plataforma por la que se canalice el tráfico ha de conservarse en perfectas condiciones de rodadura. En iguales condiciones deberán mantenerse los desvíos precisos. La señalización de las obras durante su ejecución se efectuará de acuerdo con la orden ministerial de 14 de marzo de 1960, con las aclaraciones complementarias que se recogen en la orden circular 67-1960 de la Dirección General de carreteras y caminos vecinales y cualquier otra posterior ordenada por la superioridad.

El contratista adoptará, asimismo, bajo su entera responsabilidad, todas las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones vigentes referentes al empleo de explosivos y a la prevención de accidentes, incendios y daños a terceros, y seguirá las instrucciones complementarias que el director de la obra dicte a este respecto, así como para el acopio de materiales.

El contratista queda obligado a no alterar con sus trabajos la seguridad de cualquier empresa a que pudieran afectar las obras. Deberá para ello dar previo aviso y ponerse de acuerdo con las empresas para fijar el orden y detalle de ejecución de cuantos trabajos pudieran afectarles.

### **3.3.5.6 CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO**

Reglamentaciones.

El contratista antes de dar comienzo a las obras deberá proveerse de la legislación vigente en cuanto se refiera a seguridad en el trabajo, y dar cumplimiento a todos y cada uno de los artículos de dicha reglamentación.

#### Inspecciones.

A la Delegación Provincial del Ministerio de Trabajo corresponde la inspección de los andamios, material móvil y elementos de seguridad.

Al comienzo de las obras el contratista deberá solicitar en dicha Delegación Provincial del Ministerio de Trabajo la inspección periódica de la obra. Se entenderá que aun sin mediar dicha solicitud, dicha Delegación Provincial tiene derecho a personarse en la obra en cualquier momento.

#### Horarios, jornales y seguros.

Es obligación del contratista dar cumplimiento a lo legislado y vigente, respecto de horarios, jornales y seguros, siendo sólo el responsable de las sanciones que de su incumplimiento pudieran derivarse.

#### Del personal de la obra.

Todo operario que en razón de su oficio haya de intervenir en la obra tiene derecho a reclamar del contratista todos aquellos elementos que de acuerdo con la legislación vigente garanticen su seguridad personal durante la preparación y ejecución de los trabajos que le fueran encomendados. Y es obligación del contratista tenerlos siempre a mano en la obra y facilitarlos en condiciones aptas para su uso.

El contratista pondrá en conocimiento del personal que haya de intervenir en la obra, exigiendo de los operarios el empleo de los elementos de seguridad, cuando estos no quisieran usarlos.

El personal de la contrata estará obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales, pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos si estima que el personal de la contrata está expuesto a peligros innecesarios.

Del contratista.

El contratista está obligado al cumplimiento de lo dispuesto en el Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

El contratista deberá adoptar las máximas precauciones y medidas de seguridad en el acopio de materiales y en la ejecución, conservación y reparación de las obras, para proteger a los obreros, público, vehículos, animales y propiedades ajenas, de posibles daños y corriendo con la responsabilidad de todo ello.

Deberá proveer de cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

El Director de Obra podrá exigir del contratista, ordenándole por escrito, el cese de cualquier empleado u obrero, que por imprudencia temeraria fuera capaz de producir accidentes que hiciesen peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de los trabajadores en la forma legalmente establecida.

Sobre el contratista recaerá la responsabilidad de las desgracias que pudieran ocurrir si por negligencia dejase de cumplir las condiciones tan importantes que en este Pliego se especifican, así como si deja de tomar cualquier clase de precaución necesaria para la seguridad en el trabajo.

Dichas condiciones son:

- El contratista estará atento a que no se empleen rollizos, en el andamiaje, a que las cuerdas, cables, grapas o cualquier otro elemento de atado se encuentre en buenas condiciones de uso; cuidará de que todo el andamio lleve pasamanos a un metro de altura y rodapié de alma llena que evite la caída de materiales o herramientas que pudieran ocasionar daños a los viandantes o a las fincas colindantes, cuidará de que la madera de los andamios

sea escuadrada y de dos a tres pulgadas de lado menor o grueso, siendo además de buena calidad, debiendo estar todo tablón en buenas condiciones de uso; el contratista tendrá cinturones de seguridad a disposición de los operarios que hayan de realizar algún trabajo con peligro de caída aun cuando el peligro sea mínimo, obligando a los operarios al uso de los mismos, debiendo denunciar a la Delegación Provincial del Ministerio de Trabajo a todos aquellos que no quieran emplearlos.

- El contratista tendrá cuidado de no almacenar materias de construcción sobre obra ejecutada que no esté fraguada, o no esté prevista para soportar cargas no usuales en relación a su destino.
- No colocará grúas, tornos, poleas u otros aparatos pesados sobre partes de la obra que no ofrezcan la suficiente seguridad, cuando en definitiva y en todo momento de la buena entibación de los pozos o zanjas que se efectúen, y estando siempre atento a la seguridad en el trabajo y poniendo todos los cuidados y medios necesarios para evitar daños a terceras personas.
- El contratista estará obligado a tener en la caseta de la obra un botiquín para primeras curas, en buenas condiciones así como un lecho para el mismo uso. Cuando el número de obreros así lo aconsejase deberá tener permanentemente un Practicante en el botiquín. El encargado de la obra tendrá buen cuidado de relevar de su trabajo a todo aquel operario que le manifieste indisposición, mareo o vértigo, o a todo aquel que sin manifestárselo le notare signos de embriaguez o enfermedad que pudieran ocasionarle mareos o vértigo.
- El contratista tiene obligación de confiar a manos expertas todas y cada una de las partes de la obra, bajo la vigilancia constante del encargado de la misma y supervisión de la Dirección Facultativa.

Del propietario.

El propietario tiene obligación de facilitar al contratista un ejemplar completo del presente proyecto, a fin de que pueda hacerse cargo de todas y cada una de las obligaciones en cuanto a seguridad que aquí se especifican. En los casos de contratatas parciales bastará con que le entregue al contratista el pliego de condiciones completo en todos sus apartados, solicitando del técnico director los ejemplares necesarios.

Del presente pliego.

El presente Pliego de Condiciones de Seguridad tiene carácter de órdenes fehacientes comunicadas al contratista, el cual antes de dar comienzo a sus trabajos debe reclamar del propietario por lo menos un ejemplar completo, no pudiendo luego alegarse ignorancia por ser parte importante del proyecto.

### **3.3.5.7 VIGILANCIA DE LAS OBRAS**

El ingeniero encargado establecerá la vigilancia de las obras que estime necesarias.

Para la atención de todos los gastos que origine la vigilancia, incluidos jornales, desplazamientos, ensayos de los materiales tanto mecánicos como químicos, sondeos de reconocimiento del terreno, etc. el contratista abonará cada mes la cantidad que corresponda. En ningún caso, el total de estos gastos sobrepasará el 1% del presupuesto líquido.

### **3.3.5.8 RECEPCION PROVISIONAL DE LAS OBRAS**

Terminadas las obras e instalaciones y como requisito previo a la recepción provisional de las mismas, la dirección facultativa procederá a realizar los ensayos y medidas necesarios para comprobar que los resultados y condiciones de las instalaciones son satisfactorios. Si los resultados no fuesen satisfactorios, el contratista realizará cuantas operaciones y modificaciones sean necesarias para lograrlos.

Obtenidos los resultados satisfactorios, se procederá a la redacción y firma de documento de recepción provisional, al que acompañan dos actas firmadas por la dirección facultativa y visadas por el colegio oficial correspondiente en las que se recoja lo siguiente.

Al término de las obras y antes de la entrada en servicio serán examinadas y comprobadas por la dirección facultativa, las condiciones de funcionamiento de la instalación, las normas de control de la ejecución, prueba de servicio y criterio de medición que nos marca las N.T.E. el reglamento de A.T. y B.T., E.R.Z. y la D.G.A., y si las mismas son adecuadas se procederá a redactar el documento de recepción provisional al que se adjuntarán las siguientes actas:

- Acta de comprobación de la línea de Media tensión.
- Acta de comprobación de los centros de transformación.
- Acta de comprobación de los resultados iluminotécnicos.
- Acta de comprobación de los resultados eléctricos.
  - \* Medición de la caída de tensión.
  - \* Medición de las tierras.
  - \* Medición del aislamiento.
  - \* Medición del factor de protección.
  - \* Comprobación de las conexiones.
  - \* Comprobación de las protecciones contra sobrecargas y cortacircuitos.

En el caso de no hallarse la obra en estado de ser recibida se hará constar así en el acta y se darán al contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta del contratista. La forma de recepción se indica en el pliego de condiciones técnicas.

### **3.3.5.9 CONSERVACION DE LAS OBRAS Y PLAZO DE GARANTIA**

El contratista queda en conservar por su cuenta hasta que sean recibidas provisionalmente todas las obras que interese el proyecto.

Asimismo queda obligado a la conservación de las obras durante el plazo de garantía de 2 años. Durante éste deberá realizar cuantos trabajos sean precisos para mantener las obras ejecutadas en perfecto estado, de acuerdo con lo dispuesto en pliego de cláusulas administrativas generales para la contratación de obras del estado. El periodo de garantía empezará a constar desde la fecha de aprobación del acta de recepción.

Una vez terminadas las obras se procederá a realizar su limpieza final. Asimismo todas las instalaciones, camino provisionales, depósitos o edificios construidos con carácter temporal, deberán ser removidos y los lugares de su emplazamiento restaurados a su forma original.

Todo ello se efectuará de forma que las zonas afectadas queden totalmente limpias y en condiciones estéticas acordes con el paisaje circundante. La limpieza final y retirada de instalaciones se consideran incluidas en el contrato y, por tanto, su realización no será objeto de abono directo.

#### **3.3.5.10 RECEPCION DEFINITIVA**

Transcurrido el plazo de garantía y antes de proceder a la recepción definitiva de las instalaciones, se efectuará la revisión de todos los elementos integrantes de la misma. Se realizarán los mismos ensayos y comprobaciones definitivas para la recepción provisional comprobándose los resultados y subsanándose todas las diferencias que se observen. Concurrirán el director de obra y el representante del contratista, levantándose acta, por duplicado si las obras son conformes, y quedará firmada por el director de obra y el representante del contratista siendo posteriormente ratificada por el contratante y el contratista.

#### **3.3.5.11 REGLAMENTO Y ACCIDENTES DE TRABAJO**

El adjudicatario deberá atenerse en la ejecución de estas obras, y en lo que sea aplicable, a las disposiciones vigentes, reglamento del trabajo, seguro de enfermedad, subsidio de familiar, plus de cargas familiares, subsidio de vejez, cuota sindical, gratificación de navidad, vacaciones retribuidas, jornales de fiesta no recuperables y, en general cuantas disposiciones se hayan dictado o que en lo sucesivo se dicten, regulando las condiciones laborales en las obras por contrata, por la Administración.

### **3.3.5.12 GASTOS DE CARACTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA**

Los cargos que se originen por atenciones u obligaciones de carácter social cualquiera que ellos sean, quedan incluidos expresa y tácitamente en todos y cada uno de los precios que para las distintas unidades se designan en el cuadro numero uno del presupuesto. El contratista por consiguiente, no tendrá derecho alguno a reclamar su abono en otra forma.

### **3.3.5.13 RESPONSABILIDAD Y OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA**

Durante la ejecución de las obras proyectadas y de los complementos necesarios para la realización de las mismas el contratista será responsable de todos los daños y perjuicios directos o indirectos, que puedan ocasionar a cualquier persona, propiedad o servicio publico privado, como consecuencia de los actos, omisiones o negligencias del personal a su cargo, o de una deficiente organización de los trabajos. En especial, será responsable de los perjuicios ocasionados a terceros como consecuencia de accidentes, de trafico debido a una señalización de las obras insuficiente o defectuosa, o imputables a él.

Además deberá cumplir todas las disposiciones vigentes y que se dicten en el futuro, sobre materia laboral y social y de seguridad en el trabajo. Los permisos y licencias necesarias para la ejecución de obras con excepción de los correspondientes a las expropiaciones deberán ser obtenidas por el contratista.

El contratista queda obligado a cumplir el presente pliego; el texto articulado de la Ley de contratos del Estado y su reglamento general de contratación (decreto 3354/1967); el pliego de cláusulas administrativas generales para la contratación de obras del Estado; el de cláusulas administrativas particulares que se redacte para la licitación; cuantas disposiciones vigentes o que en lo sucesivo lo sean y que afecten a obligaciones económicas y fiscales de todo orden y demás disposiciones de carácter social; la ordenanza general y seguridad e higiene en el trabajo y la ley de protección a la industria nacional.

Serán de cuenta del contratista los gastos del contratista que origine el replanteo general de las obras o su comprobación y los replanteos parciales de las mismas; los de construcción, demolición y retirada de toda clase de instalaciones y construcciones auxiliares; los de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria, los de protección de acopios de la propia obra contra todo deterioro, daño de incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes o los de limpieza y evacuación de desperdicios

y basura, los de construcción y conservación durante el plazo de utilización de desvíos y rampas provisionales de acceso a tramos parciales o totalmente terminados, los de conservación durante el mismo plazo de toda clase de servios y rampas prescritos en el proyecto u ordenado por el ingeniero director de la obra, los de conservación de desagües los de suministro, colocación y conservación de señales de tráfico y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de las obras: los de remoción de las instalaciones, herramientas, materiales y limpieza general de la obra a su terminación; los de montaje, conservación y retirada de las instalaciones para el suministro de agua y energía eléctrica necesarias para las obras así como la adquisición de dichas aguas y energía; los de retirada de los materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y prueba.

Igualmente serán de cuenta del contratista las diversas cargas fiscales derivadas de las disposiciones legales vigentes y las que determinan el correspondiente pliego de cláusulas administrativas particulares, así como los gastos originados por los ensayos de materiales y de control de ejecución de las obras.

En los casos de resolución del contrato, cualquiera que sea la causa que lo motive serán de cuenta del contratista los gastos originados por la liquidación, así como los de la retirada de los medios auxiliares empleados o no la ejecución de las obras.

Observará, además cuantas indicaciones le sean dictadas por el personal facultativo de la administración, encaminadas a garantizar la seguridad de los obreros sin que por ello se le considere relevado de la personalidad que, como patrono pueda contraer. Y acatará todas las disposiciones que dicte dicho personal con objeto de asegurar la buena marcha de los trabajos.

#### 4. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD EN EL TRABAJO

##### 4.1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

###### 4.1.1. INTRODUCCION.

###### 4.1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.

###### 4.1.2.1. DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES.

###### 4.1.2.2. PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.

###### 4.1.2.3. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS.

###### 4.1.2.4. EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN.

###### 4.1.2.5. INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

###### 4.1.2.6. FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

###### 4.1.2.7. MEDIDAS DE EMERGENCIA.

###### 4.1.2.8. RIESGO GRAVE E INMINENTE.

###### 4.1.2.9. VIGILANCIA DE LA SALUD.

###### 4.1.2.10. DOCUMENTACIÓN.

###### 4.1.2.11. COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.

###### 4.1.2.12. PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS.

###### 4.1.2.13. PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD.

###### 4.1.2.14. PROTECCIÓN DE LOS MENORES.

###### 4.1.2.15. RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.

###### 4.1.2.16. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.

###### 4.1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

###### 4.1.3.1. PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.

###### 4.1.3.2. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

###### 4.1.4. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

###### 4.1.4.1. CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.

###### 4.1.4.2. DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN.

###### 4.1.4.3. DELEGADOS DE PREVENCIÓN.

##### 4.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

###### 4.2.1. INTRODUCCION.

###### 4.2.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.

##### 4.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

###### 4.3.1. INTRODUCCION.

###### 4.3.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.

###### 4.3.2.1. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

###### 4.3.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MÓVILES.

###### 4.3.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACIÓN DE CARGAS.

###### 4.3.2.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL.

4.3.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.

4.4. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.

4.4.1. INTRODUCCION.

4.4.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

4.4.2.1. RIESGOS MAS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.

4.4.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.

4.4.2.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO.

4.4.2.4. MEDIDAS ESPECIFICAS PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALTA TENSION.

4.4.3. DISPOSICIONES ESPECIFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS.

4.5. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL

4.5.1. INTRODUCCION.

4.5.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.

4.5.2.1. PROTECTORES DE LA CABEZA.

4.5.2.2. PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.

4.5.2.3. PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.

4.5.2.4. PROTECTORES DEL CUERPO.

4.5.2.5. EQUIPOS ADICIONALES DE PROTECCION PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALTA TENSION.

## 1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

### 1.1. INTRODUCCIÓN.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las normas reglamentarias irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

### 1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.

#### 1.2.1. DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES.

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los

trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

#### 1.2.2. PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

#### 1.2.3. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS.

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.
- Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
  - Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
  - Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
  - Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
  - Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aún cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:
  - Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
  - Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
  - Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.
  - Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
  - Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

#### 1.2.4. EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN.

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

#### 1.2.5. INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### 1.2.6. FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

#### 1.2.7. MEDIDAS DE EMERGENCIA.

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

#### 1.2.8. RIESGO GRAVE E INMINENTE.

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

#### 1.2.9. VIGILANCIA DE LA SALUD.

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

#### 1.2.10. DOCUMENTACIÓN.

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

#### 1.2.11. COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

#### 1.2.12. PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS.

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

#### 1.2.13. PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD.

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

#### 1.2.14. PROTECCIÓN DE LOS MENORES.

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

#### 1.2.15. RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

#### 1.2.16. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

### 1.3. SERVICIOS DE PREVENION.

#### 1.3.1. PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

#### 1.3.2. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

#### 1.4. CONSULTA Y PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES.

##### 1.4.1. CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

##### 1.4.2. DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN.

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

##### 1.4.3. DELEGADOS DE PREVENCIÓN.

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.

- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

## 2. DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

### 2.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1.997 establece las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo, entendiéndose como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

## 2.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

### 3. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

#### 3.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, entendiéndose como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

#### 3.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.

- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

### 3.2.1. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

### 3.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MOVILES.

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

### 3.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACION DE CARGAS.

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los

aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

#### 3.2.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL.

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barro y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hinca, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

### 3.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección antiatrapamientos o abrasiones.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antirretroceso de la

llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

#### 4. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.

##### 4.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, entendiendo como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la Ejecución de una Edificación de uso Industrial o Comercial se encuentra incluida en el Anexo I de dicha legislación, con la clasificación a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, d) Montaje y desmontaje de elementos prefabricados, e) Acondicionamiento o instalación, l) Trabajos de pintura y de limpieza y m) Saneamiento.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 75 millones de pesetas.

b) La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

c) El volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

#### 4.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

##### 4.2.1. RIESGOS MAS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.

Los Oficios más comunes en las obras de construcción son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Cubiertas.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.

Los riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

#### 4.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelo, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilería metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, etc).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo están en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones

solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

#### 4.2.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO

Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.

Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.

Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.

La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriéndolos con baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.

El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.

Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.

Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.
  
- La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.
  
- La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.
  
- Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

Relleno de tierras.

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.

Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

Encofrados.

Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonés, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.

El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.

Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.

Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán o remacharán, según casos.

Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.

Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.

Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1'50 m.

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pila-res en posición vertical.

Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.

Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.

Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.

Trabajos de manipulación del hormigón.

Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.

La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriestrándose las partes susceptibles de movimiento.

Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de traba-jo móviles formadas por un mínimo de tres tablonés, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado"

En el momento en el que el forjado lo permita, se izará en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.

Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.

Montaje de estructura metálica.

Los perfiles se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior a 1,50 m.

Una vez montada la "primera altura" de pilares, se tenderán bajo ésta redes horizontales de seguridad.

Se prohíbe elevar una nueva altura, sin que en la inmediata inferior se hayan concluido los cordones de soldadura.

Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m. de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilería.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

Se prohíbe trepar directamente por la estructura y desplazarse sobre las alas de una viga sin atar el cinturón de seguridad.

El ascenso o descenso a/o de un nivel superior, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m. la altura de desembarco.

El riesgo de caída al vacío por fachadas se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).

Montaje de prefabricados.

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

Albañilería.

Los grandes huecos (patios) se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente cada dos plantas, para la prevención de caídas.

Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar, para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

Las rampas de las escaleras estarán protegidas en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

Cubiertas.

El riesgo de caída al vacío, se controlará instalando redes de horca alrededor del edificio. No se permiten caídas sobre red superiores a los 6 m. de altura.

Se paralizarán los trabajos sobre las cubiertas bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h., lluvia, helada y nieve.

Instalación eléctrica provisional de obra.

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

300 mA. Alimentación a la maquinaria.

30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.

30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el con-tacto eléctrico.

#### 4.2.4. MEDIDAS ESPECIFICAS PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALTA TENSION.

Los Oficios más comunes en las instalaciones de alta tensión son los siguientes.

- Instalación de apoyos metálicos o de hormigón.
- Instalación de conductores desnudos.
- Instalación de aisladores cerámicos.
- Instalación de crucetas metálicas.
- Instalación de aparatos de seccionamiento y corte (interruptores, seccionadores, fusibles, etc).
- Instalación de limitadores de sobretensión (autoválvulas pararrayos).
- Instalación de transformadores tipo intemperie sobre apoyos.
- Instalación de dispositivos antivibraciones.
- Medida de altura de conductores.
- Detección de partes en tensión.
- Instalación de conductores aislados en zanjas o galerías.
- Instalación de envolventes prefabricadas de hormigón.
- Instalación de transformadores en envolventes prefabricadas a nivel del terreno.
- Instalación de cuadros eléctricos y salidas en B.T.
- Interconexión entre elementos.
- Conexión y desconexión de líneas o equipos.
- Puestas a tierra y conexiones equipotenciales.

- Reparación, conservación o cambio de los elementos citados.

Los Riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación.

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Arco eléctrico.
- Incendio y explosiones. Electrocuciiones y quemaduras.
- Ventilación e Iluminación.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Contacto o manipulación de los elementos aislantes de los transformadores (aceites minerales, aceites a la silicona y piraleno). El aceite mineral tiene un punto de inflamación relativamente bajo (130º) y produce humos densos y nocivos en la combustión. El aceite a la silicona posee un punto de inflamación más elevado (400º). El piraleno ataca la piel, ojos y mucosas, produce gases tóxicos a temperaturas normales y arde mezclado con otros productos.
- Contacto directo con una parte del cuerpo humano y contacto a través de útiles o herramientas.
- Contacto a través de maquinaria de gran altura.
- Maniobras en centros de transformación privados por personal con escaso o nulo conocimiento de la responsabilidad y riesgo de una instalación de alta tensión.
- Agresión de animales.

Las Medidas Preventivas de carácter general se describen a continuación.

Se realizará un diseño seguro y viable por parte del técnico proyectista.

Se inspeccionará el estado del terreno.

Se realizará el ascenso y descenso a zonas elevadas con medios y métodos seguros (escaleras adecuadas y sujetas por su parte superior).

Se evitarán posturas inestables con calzado y medios de trabajo adecuados.

Se utilizarán cuerdas y poleas (si fuese necesario) para subir y bajar materiales.

Se evitarán zonas de posible caída de objetos, respetando la señalización y delimitación.

Se ubicarán protecciones frente a sobreintensidades y contra incendios: fosos de recogida de aceites, muros cortafuegos, paredes, tabiques, pantallas, extintores fijos, etc.

Se evitarán derrames, suelos húmedos o resbaladizos (canalizaciones, desagües, pozos de evacuación, aislamientos, calzado antideslizante, etc).

Se utilizará un sistema de iluminación adecuado: focos luminosos correctamente colocados, interruptores próximos a las puertas de acceso, etc.

Se utilizará un sistema de ventilación adecuado: entradas de aire por la parte inferior y salidas en la superior, huecos de ventilación protegidos, salidas de ventilación que no molesten a los usuarios, etc.

La señalización será la idónea: puertas con rótulos indicativos, máquinas, celdas, paneles de cuadros y circuitos diferenciados y señalizados, carteles de advertencia de peligro

en caso necesario, esquemas unifilares actualizados e instrucciones generales de servicio, carteles normalizados (normas de trabajo A.T., distancias de seguridad, primeros auxilios, etc).

Los trabajadores recibirán una formación específica referente a los riesgos en alta tensión.

Para evitar el riesgo de contacto eléctrico se alejarán las partes activas de la instalación a distancia suficiente del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan, se recubrirán las partes activas con aislamiento apropiado, de tal forma que conserven sus propiedades indefinidamente y que limiten la corriente de contacto a un valor inocuo (1 mA) y se interpondrán obstáculos aislantes de forma segura que impidan todo contacto accidental.

La distancia de seguridad para líneas eléctricas aéreas de alta tensión y los distintos elementos, como maquinaria, grúas, etc no será inferior a 3 m. Respecto a las edificaciones no será inferior a 5 m.

Conviene determinar con la suficiente antelación, al comenzar los trabajos o en la utilización de maquinaria móvil de gran altura, si existe el riesgo derivado de la proximidad de líneas eléctricas aéreas. Se indicarán dispositivos que limiten o indiquen la altura máxima permisible.

Será obligatorio el uso del cinturón de seguridad para los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

Todos los apoyos, herrajes, autoválvulas, seccionadores de puesta a tierra y elementos metálicos en general estarán conectados a tierra, con el fin de evitar las tensiones de paso y de contacto sobre el cuerpo humano. La puesta a tierra del neutro de los transformadores será independiente de la especificada para herrajes. Ambas serán motivo de estudio en la fase de proyecto.

Es aconsejable que en centros de transformación el pavimento sea de hormigón ruleteado antideslizante y se ubique una capa de grava alrededor de ellos (en ambos casos se mejoran las tensiones de paso y de contacto).

Se evitará aumentar la resistividad superficial del terreno.

En centros de transformación tipo intemperie se revestirán los apoyos con obra de fábrica y mortero de hormigón hasta una altura de 2 m y se aislarán las empuñaduras de los mandos.

En centros de transformación interiores o prefabricados se colocarán suelos de láminas aislantes sobre el acabado de hormigón.

Las pantallas de protección contra contacto de las celdas, aparte de esta función, deben evitar posibles proyecciones de líquidos o gases en caso de explosión, para lo cual deberán ser de chapa y no de malla.

Los mandos de los interruptores, seccionadores, etc, deben estar emplazados en lugares de fácil manipulación, evitándose postura forzadas para el operador, teniendo en cuenta que éste lo hará desde el banquillo aislante.

En las celdas de transformador se utilizará una ventilación optimizada de mayor eficacia situando la salida de aire caliente en la parte superior de los paneles verticales. La dirección del flujo de aire será obligada a través del transformador.

El alumbrado de emergencia no estará concebido para trabajar en ningún centro de transformación, sólo para efectuar maniobras de rutina.

Los centros de transformación estarán dotados de cerradura con llave que impida el acceso a personas ajenas a la explotación.

Las maniobras en alta tensión se realizarán, por elemental que puedan ser, por un operador y su ayudante. Deben estar advertidos que los seccionadores no pueden ser maniobrados en carga. Antes de la entrada en un recinto en tensión deberán comprobar la ausencia de tensión mediante pértiga adecuada y de forma visible la apertura de un elemento de corte y la puesta a tierra y en cortocircuito del sistema. Para realizar todas las maniobras será obligatorio el uso de, al menos y a la vez, dos elementos de protección personal: pértiga, guantes y banqueta o alfombra aislante, conexión equipotencial del mando manual del aparato y plataforma de maniobras.

Se colocarán señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.

#### 4.3. DISPOSICIONES ESPECIFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS.

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente.

## 5. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.

### 5.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las normas de desarrollo reglamentario las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que no puedan evitarse o limitarse suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

### 5.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

#### 5.2.1. PROTECTORES DE LA CABEZA.

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.

- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

#### 5.2.2. PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

#### 5.2.3. PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

#### 5.2.4. PROTECTORES DEL CUERPO.

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.

- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

#### 5.2.5. EQUIPOS ADICIONALES DE PROTECCION PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALTA TENSION.

- Casco de protección aislante clase E-AT.
- Guantes aislantes clase IV.
- Banqueta aislante de maniobra clase II-B o alfombra aislante para A.T.
- Pértiga detectora de tensión (salvamento y maniobra).
- Traje de protección de menos de 3 kg, bien ajustado al cuerpo y sin piezas descubiertas eléctricamente conductoras de la electricidad.
- Gafas de protección.
- Insuflador boca a boca.
- Tierra auxiliar.
- Esquema unifilar
- Placa de primeros auxilios.
- Placas de peligro de muerte y E.T.
- Material de señalización y delimitación (cintas, señales, etc).



## 5 Plan de gestión de residuos

- 5.1 Estimación de la cantidad de residuos generados.
- 5.2 Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- 5.3 Operación de reutilización, valoración o eliminación que se generen en la obra.
- 5.4 Medidas de separación de residuos según RD 105/2008, artículo 5 punto 5.
- 5.5 Planos de la instalación previstas para el manejo de residuos.
- 5.6 Prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares.
- 5.7 Valoración del coste de la gestión de los residuos generados.

### 5.1 Estimación de la cantidad de residuos generados.

Los residuos que generaran las obras e instalaciones proyectadas son del tipo “Residuos de la construcción y demolición (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas” según la lista europea de residuos publicada en la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero (BOE 19/02/02) las cantidades estimadas de estos residuos son las siguientes:

Tipo	Código	Cantidad	
		m <sup>3</sup>	T
Hormigón	17.01.01	0.5	0.5
Cables	17.04.11	0.04	0.06
Tubos PVC	17.02.03	0.04	0.03
Tierra	17.09.	45	50

### 5.2 Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.

Para evitar la mezcla de residuos y su dispersión se dispondrá de los contenedores necesarios para su posterior traslado

### 5.3 Operación de reutilización, valoración o eliminación que se generen en la obra.

En el caso de la tierra extraída para la realización de la zanja se reutilizara parte de esta tierra como relleno una vez realizadas las instalaciones pertinentes no pudiendo reutilizarse los restos de cables, trozos de tubo de pvc y el hormigón sobrantes que deberán ser trasladados al vertedero

### 5.4 Medidas de separación de residuos según RD 105/2008, artículo 5 punto 5.

Debido a que la cantidad de residuos generados es menor que la establecida por el RD 105/2008 serán entregados al gestor de residuos para su traslado al vertedero. Estos residuos serán entregados debidamente separados y clasificados.

### 5.5 Planos de la instalación previstas para el manejo de residuos.

Debido al pequeño volumen de residuo generado no se prevén instalaciones especiales para su manejo o almacenamiento, será suficiente con bolsas de malla o minicontainer para su clasificación y traslado, por lo que no precisa la ejecución de planos de instalaciones para el manejo de residuos

### 5.6 Prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares.

No se requiere la redacción del pliego de prescripciones técnicas particulares ya que no se proyectan instalaciones específicas para el manejo, almacenamiento, separación y otras operaciones de los residuos generados

Simplemente es necesario señalar que en el caso de utilizar bolsas para su transporte y almacenaje estas estén dotadas con asas para su manejo y puedan soportar el peso del material que van a contener, teniendo una resistencia mínima de 2 toneladas por metro cubico y el tejido del que estén formadas impida la salida de partículas de los materiales a transporta, arena, tierra y polvo.

### 5.7 Valoración del coste de la gestión de los residuos generados.

Para la gestión de residuos necesitaremos 3 contenedores para los 3 tipos de residuos que vamos a tener, debido a la escasa cantidad de residuo generado por los cables y tubos de pvc se dispondrán de sacos tipo big bag y para la tierra se dispondrá de un contenedor de 5m<sup>3</sup> esto tiene un coste de:

Sacos tipo big bag	2	40€	80€
Contenedor 5m <sup>3</sup>	1	160€	160€

Esto hace un total de 240€ al que hay que sumarle el transporte de estos al vertedero y las tasas establecidas e este caso

**6. PRESUPUESTO****6.1 PREUPUESTO RED MEDIA TENSION**

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
ZANJA 0.8 X 1.1 excavación por medio mecánicos	970m	46€	44.620
TUBO DPN 160 tendido	1400m	8€	11.200
CINTA SEÑALIZACION	1200m	0.20€	240
PLACA SEÑALIZACION	970m	2.60	2.522
RELLENO ZANJA	850m <sup>3</sup>	11€	9.350
ARENA LAVADA	170m <sup>3</sup>	15€	2.550
COLOCACION BALDOSA	970m	14€	13.580
HORMIGON	5m <sup>3</sup>	25€	125
COMPACTACION TERRENO	40h	30€	1.200
CUBIERTA ASFALTO	5m <sup>3</sup>	30€	150
CABLE HEPR 1X(3X150mm <sup>2</sup> )	1200m	8,60€	10.320
CINTA COLORES CABLE	20ud	3€	60
TERMINALES	50ud	15€	750
OPERARIOS	40h	25€	1.000
COMPROBACIONES	-	500€	500
MEDICIONES	-	500€	500
SEÑALIZACIONES	-	500€	500
MATERIAL SEGURIDAD	-	700€	700
<b>TOTAL</b>			<b>99.867 €</b>

**6.2 PREUPUESTO RED BAJATENSION**

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
ZANJA 0.8 X 1.1 excavación por medio mecánicos	2200m	46€	101.200
TUBO DPN 160 tendido	3400m	8€	27.200
CINTA SEÑALIZACION	2200m	0.20€	440
PLACA SEÑALIZACION	2200m	2.60	5.720
RELLENO ZANJA	1800m <sup>3</sup>	11€	19.800
ARENA LAVADA	400m <sup>3</sup>	15€	6.000
COLOCACION BALDOSA	2200m	14€	30.800
HORMIGON	25m <sup>3</sup>	25€	625
COMPACTACION TERRENO	120h	30€	3.600
CUBIERTA ASFALTO	25m <sup>3</sup>	30€	750
CABLE AL RV 1X(3X150mm <sup>2</sup> )	2300m	12€	27.600
CABLE AL RV 1X(3X240mm <sup>2</sup> )	900m	20€	18.000
CINTA COLORES CABLE	40ud	3€	60
TERMINALES 150mm <sup>2</sup>	130ud	15€	1950
TERMINALES 250mm <sup>2</sup>	50	20€	1.000
OPERARIOS	120h	25€	3.000
COMPROBACIONES	-	1300€	1300
MEDICIONES	-	700€	700
SEÑALIZACIONES	-	700€	700
MATERIAL SEGURIDAD	-	700€	700
<b>TOTAL</b>			<b>251.145€</b>

**6.3 PRESUPUESTO CENTRO TRANSFORMACION Y REPARTO**

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN PFU incluye montaje transporte y accesorios	1	11.825	11.825
Entrada / Salida 1: CGMCOSMOS- L Interruptor-seccionador incluye montaje y conexión	5	6212,50	31.062,5
CGMCOSMOS-S Seccionamiento compañía	1	2.675,00	2.675,00
CGMCOSMOS-P Proteccion transformador	1	3.500,00	3.500,00
PUENTES TRANSFORMADOR	1	1.750,00	1.750,00
TRANSFORMADOR 24kV	1	9.450,00	9.450,00
CUADROS BT	1	1.200,00	1.200,00
PUENTES BT	1	1.050,00	1.050,00
PUESTA A TIERRA TOTAL	1	4.765,00	4.765,00
<b>TOTAL</b>			<b>67.277,5€</b>

**6.4 PRESUPUESTO CENTRO TRANSFORMADOR TIPO miniBLOCK**

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
CENTRO TRANSFORMACION MINIBLOCK incluye: Edificio, equipos de MT, interconexiones de MT, transformador, cuadro BT, equipo de iluminacion, sistema de puesta a tierra.	5	31.180,00	<b>155.900,00€</b>

**6.5 PRESUPUESTO TOTAL**

RED DE MEDIA TENSION	<b>99.867 €</b>
RED DE BAJA TENSION	<b>251.145€</b>
CENTRO DE TRASFORMACION Y REPARTO	<b>67.277,5€</b>
CENTRO DE TRANSFORMACION TIPO MINIBLOCK	<b>155.900,00€</b>
SUBTOTAL	<b>574.189,5€</b>
IMPREVISTOS 15%	<b>86.128,43€</b>
INGENIERIA 7%	<b>40.193,27€</b>
SUBTOTAL	<b>700.511,20€</b>
IVA 21%	<b>147.107,35€</b>
TOTAL	<b>847.618,55€</b>

## **7. PLANOS**

- PLANO Nº 1** Plano de situación
- PLANO Nº 2** Emplazamiento 1
- PLANO Nº 3** Emplazamiento 2
- PLANO Nº 4** CT1-Anillos 1 y 2
- PLANO Nº 5** CT2-Anillos 1 y 2
- PLANO Nº 6** CT3-Anillos 1 y 2
- PLANO Nº 7** CT4-Anillos 1 y 2
- PLANO Nº 8** CT5-Anillos 1 y 2
- PLANO Nº 9** CTR-Anillos 1 y 2
- PLANO Nº 10** Red de media tensión
- PLANO Nº 11** Zanja
- PLANO Nº 12** Zanjas tipo A B C
- PLANO Nº 13** Zanjas tipo D E F G H
- PLANO Nº 14** Dimensiones centro transformación y reparto
- PLANO Nº 15** Dimensiones CT tipo miniBLOCK
- PLANO Nº 16** Esquema unifilar
- PLANO Nº 17** Puesta a tierra