



industriales
etsii

Escuela Técnica
Superior
de Ingeniería
Industrial

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Suministro y distribución de energía eléctrica a un polígono industrial

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Autor: Adrián Conesa Palomo
Director: Juan Jose Portero Rodriguez
Codirector: Alfredo Conesa Tejería

Cartagena, 15 de Septiembre de 2017



Universidad
Politécnica
de Cartagena

Contenido

1.	Memoria Descriptiva	8
1.1.	Objeto.....	8
1.2.	Situación y Emplazamiento	8
1.3.	Titulares de la Instalación.....	8
1.4.	Normativa aplicable	8
1.5.	Software de cálculo	9
1.6.	Antecedentes	9
1.6.1.	Zonas privadas.....	9
1.6.2.	Zonas públicas	9
1.7.	Red de Media Tensión.....	10
1.7.1.	Entronque Aéreo/Subterráneo	10
1.7.2.	Acometida	10
1.7.3.	Trazado de la red.....	12
1.7.4.	Cruzamientos, Paralelismos y Proximidades.....	12
1.7.5.	Conductores	13
1.7.6.	Accesorios	14
1.7.7.	Materiales	14
1.7.8.	Protecciones eléctricas.....	15
1.7.9.	Obra civil. Canalizaciones	16
1.7.10.	Puesta a Tierra.....	18
1.8.	Alumbrado Público.....	19
1.8.1.	Superficies iluminadas.....	19
1.8.2.	Disposición de los puntos de iluminación	22
1.8.3.	Resultados	23
1.8.4.	Alimentación. Centro de Transformación	25
1.8.5.	Red de distribución de Baja Tensión	26
1.8.6.	Cuadros de Protección, Medida y Control	26
1.8.7.	Circuitos de Alumbrado.....	28
1.8.8.	Luminarias instaladas	30
1.8.9.	Obra civil.....	31
1.8.10.	Soportes y elementos de protección mecánicos	33
1.8.11.	Elementos eléctricos de protección	34

1.9.	Industria 1. Fábrica de Muebles.....	37
1.9.1.	Descripción de las instalaciones.....	37
1.9.2.	Descripción de la Actividad	37
1.9.3.	Instalaciones Técnicas	38
1.9.4.	Instalación de Baja Tensión.....	39
1.10.	Centros de Transformación.....	52
1.10.1.	Resumen de Características	52
1.10.2.	Objeto del Proyecto	52
1.10.3.	Reglamentación y Disposiciones Oficiales	53
1.10.4.	Titular	55
1.10.5.	Emplazamiento.....	55
1.10.6.	Características Generales del Centro de Transformación.....	55
1.10.7.	Programa de necesidades y potencia instalada en kVA.....	56
1.10.8.	Obra Civil	56
1.10.9.	Limitación de campos magnéticos	77
2.	Cálculos justificativos	79
2.1.	Cálculo red de media tensión.....	79
2.1.1.	Centros de Transformación.....	79
2.1.2.	Entronque A/S	80
2.1.3.	LSMT Acometida – Centro de Reparto.....	81
2.1.4.	Anillo de media tensión.....	85
2.2.	Centros de Transformación.....	90
2.2.1.	Intensidad de Media Tensión	90
2.2.2.	Intensidad de Baja Tensión	90
2.2.3.	Cortocircuitos	91
2.2.4.	Dimensionado del embarrado.....	92
2.2.5.	Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.....	92
2.2.6.	Dimensionado de los puentes de MT.....	93
2.2.7.	Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.....	94
2.2.8.	Dimensionado del pozo apagafuegos	94
2.2.9.	Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra	94
2.2.10.	Cálculo de la Puesta a Tierra de la Fábrica de Muebles	101

2.3.	Red de Baja Tensión	102
2.3.1.	Anillo de centro socio-cultural	102
2.3.2.	Anillo de servicios.....	106
2.4.	Industria 1. Fábrica de Muebles. Conductores y Protecciones.....	111
3.	Pliego de Condiciones	166
3.1.	Condiciones Facultativas.....	166
3.1.1.	Técnico director de obra.	166
3.1.2.	Constructor o instalador.	167
3.1.3.	Verificación de los documentos del proyecto.....	167
3.1.4.	Plan de seguridad y salud en el trabajo.	168
3.1.5.	Presencia del constructor o instalador en la obra.	168
3.1.6.	Trabajos no estipulados expresamente.	168
3.1.7.	Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.	169
3.1.8.	Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa.	169
3.1.9.	Faltas de personal.	169
3.1.10.	Caminos y accesos.....	169
3.1.11.	Replanteo.	170
3.1.12.	Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos.....	170
3.1.13.	Orden de los trabajos.....	170
3.1.14.	Facilidades para otros contratistas.	170
3.1.15.	Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.	171
3.1.16.	Prórroga por causa de fuerza mayor.....	171
3.1.17.	Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.	171
3.1.18.	Condiciones generales de ejecución de los trabajos.	171
3.1.19.	Obras ocultas.....	171
3.1.20.	Trabajos defectuosos.	172
3.1.21.	Vicios ocultos.....	172
3.1.22.	De los materiales y los aparatos. Su procedencia.....	172
3.1.23.	Materiales no utilizables.	173
3.1.24.	Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.....	173
3.1.25.	Limpieza de las obras.	173
3.1.26.	Documentación final de la obra.	173

3.1.27. Plazo de garantía.....	173
3.1.28. Conservación de las obras recibidas provisionalmente.....	174
3.1.29. De la recepción definitiva.....	174
3.1.30. Prórroga del plazo de garantía.....	174
3.1.31. De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.....	174
3.2. Condiciones económicas.....	175
3.2.1. Composición de los precios unitarios.....	175
3.2.2. Precio de contrata. Importe de contrata.....	176
3.2.3. Precios contradictorios.....	176
3.2.4. Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas.....	176
3.2.5. De la revisión de los precios contratados.....	177
3.2.6. Acopio de materiales.....	177
3.2.7. Responsabilidad del constructor o instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores.....	177
3.2.8. Relaciones valoradas y certificaciones.....	178
3.2.9. Mejoras de obras libremente ejecutadas.....	178
3.2.10. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada.....	179
3.2.11. Pagos.....	179
3.2.12. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras.....	179
3.2.13. Demora de los pagos.....	179
3.2.14. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios.....	180
3.2.15. Unidades de obra defectuosas pero aceptables.....	180
3.2.16. Seguro de las obras.....	180
3.2.17. Conservación de la obra.....	181
3.2.18. Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario.....	181
3.3. Condiciones Técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones eléctricas en Baja Tensión.....	182
3.3.1. Condiciones generales.....	182
3.3.2. Conductores, Empalmes, Aparata de Mando y Protecciones.....	182
3.3.3. Obra civil.....	188
3.3.4. Normas de ejecución.....	189
3.3.5. Inspecciones y pruebas en fábrica.....	189

3.3.6. Seguridad.....	190
3.3.7. Limpieza y mantenimiento.....	190
3.4. Condiciones Técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones eléctricas en Media Tensión.....	191
3.4.1. Condiciones generales.	191
3.4.2. Conductores, tendido, empalmes y terminales.	191
3.4.3. Obra civil.....	193
3.4.4. Normas de ejecución.....	193
3.5. Condiciones Técnicas para la ejecución y montaje de los Centros de Transformación.....	194
3.5.1. Calidad de los materiales	194
3.5.2. Normas de ejecución de las instalaciones.....	196
3.5.3. Pruebas reglamentarias	196
3.5.3. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.....	196
3.5.4. Certificados y documentación.....	197
3.5.5. Libro de órdenes	197
4. Presupuesto.....	198
4.1. Presupuesto Polígono Industrial.	198
4.2. Presupuesto Fábrica de Muebles.....	205
5. Planos.....	
Plano 5.1. Situación.....	
Plano 5.2. Emplazamiento.....	
Plano 5.3. Polígono Industrial. Plano General.....	
Plano 5.4. Entronque A/S.....	
Plano 5.5. Polígono Industrial. Red MT.....	
Plano 5.6. Red de Distribución MT. Esquema Unifilar	
Plano 5.7. Polígono Industrial. Red BT Servicios.....	
Plano 5.8. Polígono Industrial. Red BT Centro Socio-Cultural.....	
Plano 5.9. Red de Distribución BT. Esquema Unifilar.....	
Plano 5.10. Polígono Industrial. Zanjas	
Plano 5.11. Polígono Industrial. Zanjas Acera. Detalle 1.....	
Plano 5.12. Polígono Industrial. Zanjas Acera. Detalle 2.....	

Plano 5.13. Polígono Industrial. Zanjas Acera. Detalle 3.....	
Plano 5.14. Polígono Industrial. Zanjas Calzada. Detalle 1.....	
Plano 5.15 Polígono Industrial. Zanjas Calzada. Detalle 2.....	
Plano 5.16. Centro de Transformación de Reparto. Detalle	
Plano 5.17. Centro de Transformación Fábrica de Muebles. Detalle	
Plano 5.18. Polígono Industrial. Alumbrado	
Plano 5.19. Fábrica de Muebles. Plano General	
Plano 5.20. Esquema del Proceso de Producción	
Plano 5.21. Fábrica de Muebles. Alumbrado	
Plano 5.22. Fábrica de Muebles. Distribución BT.....	
Plano 5.23. Fabrica de Muebles. Estructura de la nave	
Plano 5.24. Cuadro General. Esquema Unifilar	
Plano 5.25. Cuadros Secundarios. Esquema Unifilar 1	
Plano 5.26. Cuadros Secundarios. Esquema Unifilar 2	
Plano 5.27. Zanjas Fábrica de Muebles. Detalle	
Plano 5.28. Fábrica de Muebles. PCI.....	
6. Anexo I. Sistema contra incendios de Fabrica de muebles.....	
7. Anexo II. Iluminancia	
8. Anexo III. Fichas Técnicas	

1. Memoria Descriptiva

1.1. Objeto

El presente proyecto tiene como objeto la planificación y electrificación de un polígono industrial, con su alumbrado público y el diseño de una fábrica de muebles situada en dicho polígono, todo ello cumpliendo la normativa vigente.

Para ello se redactarán en esta memoria todas las características y condiciones bajo las que se realizará esta instalación.

1.2. Situación y Emplazamiento

El polígono industrial se sitúa en la Calle Polígono Industrial el Saladar II, 35, C.P. 30564, Lorquí, Murcia.

1.3. Titulares de la Instalación

Titular de la instalación: Universidad Politécnica de Cartagena Domicilio social: Calle Doctor Fleming, 30202, Cartagena, Murcia C.I.F. Q8050013E

1.4. Normativa aplicable

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Código Técnico de la Edificación, DB SI sobre Seguridad en caso de incendio.
- Código Técnico de la Edificación, DB SU sobre Seguridad de utilización.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Normativa de seguridad e higiene en el trabajo según RD 337/2014, de 9 de Mayo.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- UNE 12464.1 Norma Europea sobre la iluminación para interiores.
- Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

- Normas particulares de la compañía Iberdrola S.A.
- Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior y sus instrucciones técnicas complementarias, aprobadas en el RD 1890/2008, de 14 de Noviembre.

1.5. Software de cálculo

Los programas utilizados para el desarrollo de este proyecto son:

- AutoCAD
- Dialux
- DMelect
- Amikit 4.0
- Microsoft Office

1.6. Antecedentes.

El polígono industrial tiene una superficie de 81.600 metros cuadrados y es atravesada por una calle principal. En este polígono se encuentran las siguientes zonas:

1.6.1. Zonas privadas

- Una fábrica de muebles de 4.100 metros cuadrados, perteneciente a una parcela de 10.701 metros cuadrados de terreno asignado.
- Una nave industrial de 4.920 metros cuadrados, perteneciente a una parcela de 10.648 metros cuadrados de terreno asignado.
- Una nave industrial de 5.904 metros cuadrados, perteneciente a una parcela de 12.000 metros cuadrados de terreno asignado.

1.6.2. Zonas públicas

- Un centro socio-cultural público de 2.400 metros cuadrados, con una pista de fútbol sala, cuatro pistas de pádel y dos pistas de baloncesto.
- Un parque infantil y zonas verdes, con una extensión total de 5.100 metros cuadrados.
- Un aparcamiento público de 10.416 metros cuadrados y 440 plazas, de las cuales 12 son para minusválidos.

- Un aparcamiento público de 6.400 metros cuadrados y 264 plazas, de las cuales 7 son para minusválidos.
- Un aparcamiento público de 1.423 metros cuadrados y 69 plazas, de las cuales 4 son para minusválidos.

1.7. Red de Media Tensión

1.7.1. Entronque Aéreo/Subterráneo

Desde la línea de distribución aérea de Iberdrola próxima se realiza una derivación hasta el punto de entronque aéreo/subterráneo. Este entronque, proporcionado por la compañía eléctrica, está situado a 100 metros del polígono industrial. Su ubicación se puede observar en el Plano N° 5.2: Emplazamiento.

Por desconocimiento de datos, se escogerá el tipo de cruceta seleccionado en el proyecto tipo de Iberdrola, la Cruceta Recta RCx-T.



1.7.2. Acometida

La acometida transcurre bajo acera desde el punto de Entronque de la compañía eléctrica hasta el Centro de Reparto, enterrada a 1,25 metros.

El trazado de la acometida se puede observar en el Plano N° 5.2: Emplazamiento.

El enlace de subida entre la línea aérea y la subterránea irá protegido dentro de un tubo de material aislante con un grado de protección contra daños mecánicos no inferior a IK10 según la norma UNE-EN 50102.

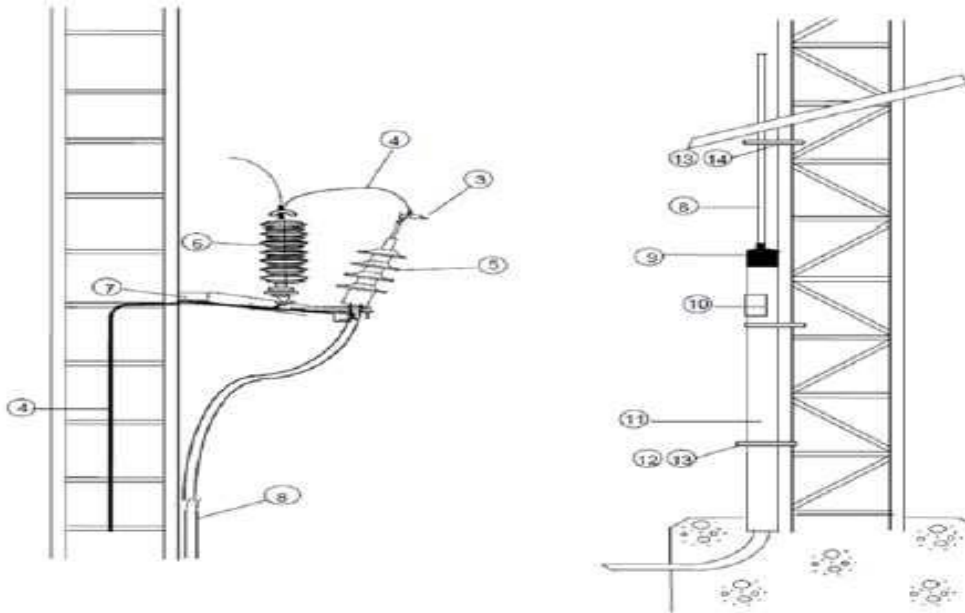
El tubo se obturará por su parte superior para evitar la entrada de agua y estará empotrada en la cimentación del apoyo.

Sobresaldrá 2,4 metros por encima del nivel del terreno.

El diámetro del tubo será como mínimo 1,5 veces el diámetro aparente de la terna de cables unipolares, y su longitud será de unas tres veces la anchura.

Deberán instalarse protecciones mediante pararrayos, y sus terminales de tierra estarán conectados directamente a las pantallas metálicas de los cables y entre sí, con una conexión lo más corta posible y sin curvas pronunciadas.

Al disponer de una tensión de 20 kV, se escoge un conector separable recto funcional para una tensión más elevada de 24 kV y sección de conductor de 150 mm².



- 3 - Punto fijo de puesta a tierra
- 4 - Cable de cobre desnudo
- 5 - Terminal exterior A-1200-P/24
- 6 - Pararrayos INZP 2110
- 7 - Soporte terminal/pararrayos con envolvente polimerizado
- 8 - Cable aislado AL EPROTENAX H COMPACT 18/30 kV 3x150/25
- 9 - Capuchón de protección
- 10 - Identificación de la línea
- 11 - Tubo de acero para protección
- 12/13 - Anclaje/Abrazadera sujeción de tubos
- 13/14 - Anclaje Abrazadera sujeción de cable

1.7.3. Trazado de la red

La Red de Media Tensión va bajo acera, uniendo en anillo los siguientes Centros de Transformación:

- Centro de Transformación 1: 400 kVA
- Centro de Transformación 2: 400 kVA
- Centro de Transformación 3: 400 kVA
- Centro de Reparto y Transformación 4: 400 kVA

Esta red tiene una longitud de 539 metros y su trazado se puede observar en el Plano N° 5.

1.7.4. Cruzamientos, Paralelismos y Proximidades

1.7.4.1. Cruzamientos

En los cruces de calzada, carreteras, caminos, etc., deberán seguirse las condiciones de disposición, anchura y profundidad para canalizaciones entubadas que se indican en la norma MT 2.31.01 de Iberdrola, en su artículo 8.2. Los tubos de la canalización deberán estar hormigonados en toda su longitud salvo que se utilicen sistemas de perforación tipo topo en la que no será necesaria esta sollicitación. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

El número mínimo de tubos será de tres y en caso de varios circuitos, será preciso disponer como mínimo de un tubo de reserva.

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de media tensión discurren por debajo de los de baja tensión.

La distancia mínima entre cables de energía eléctrica será de 0,25 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, el cable que se tienda en último lugar se separará mediante tubos de resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporte para el diámetro de 160 mm, un impacto de energía mínimo de 40 J. Las características de los tubos serán las indicadas en la NI 52.95.03 y de las placas divisorias de la NI 52.95.01. La distancia del punto a empalme será superior a 1 m.

Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior, aunque si se puede incidir en su pared siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán separados mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm², un impacto de energía mínimo de 40 J.

1.7.4.2. Paralelismos y Proximidades

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

A. Otros cables de energía

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 0,25 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos de resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporte para el diámetro de 160 mm, un impacto de energía mínimo de 40 J. Las características de los tubos serán las indicadas en la NI 52.95.03 y de las placas divisorias en la NI 52.95.01.

B. Canalizaciones de agua

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos de resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporte para el diámetro de 160 mm, un impacto de energía mínimo de 40 J.

Las características de los tubos serán las indicadas en la NI 52.95.03 y de las placas divisorias en la NI 52.95.01.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas, de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de alta tensión.

C. Conducciones de alcantarillado

Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior. Si no es posible se pasará por debajo, disponiendo los cables con una protección de adecuada resistencia mecánica. Las características están establecidas en la NI 52.95.01.

1.7.5. Conductores

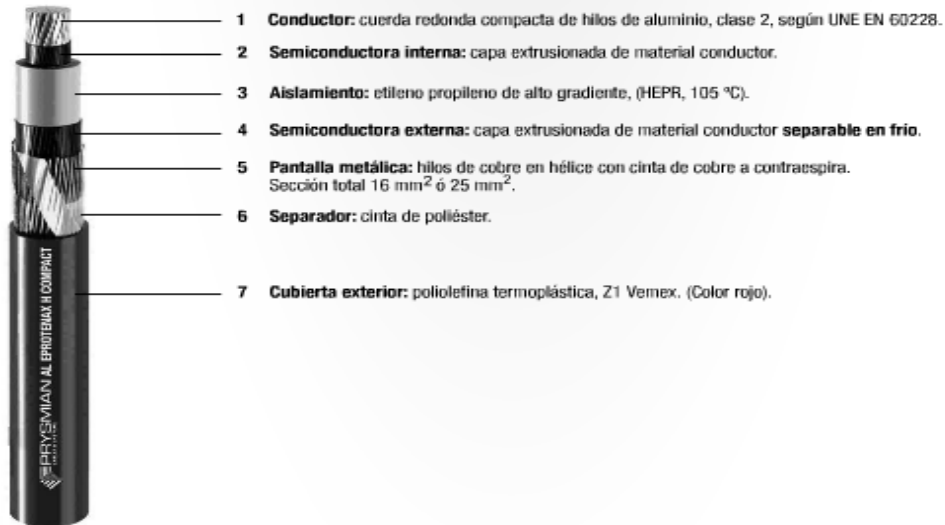
El conductor tanto para la acometida como para la red en anillo seleccionado es AL EPROTENAX H COMPACT 3x150/95 mm² 18/30 kV, de la marca Prysmian.

CABLE AL EPROTENAX H COMPACT 12/20 kV, 18/30 kV

ESTRUCTURA DEL CABLE NORMALIZADO POR IBERDROLA E HIDROCANTÁBRICO

Tipo: AL HEPRZ1
Tensión: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma de diseño: UNE HD 620-9E

Composición:



1.7.6. Accesorios

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

La ejecución y montaje de los empalmes y las terminaciones se realizarán siguiendo el Manual Técnico (MT) correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

Terminaciones: Las características serán las establecidas en la NI 56.80.02.

Conectores separables apantallados enchufables: Las características serán las establecidas en la NI 56.80.02.

Empalmes: Las características serán las establecidas en la NI 56.80.02.

1.7.7. Materiales

Todos los tipos constructivos del cable se ajustarán a lo indicado en la norma UNE HD 620 y/o Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC 06:

- Conductor: Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE 21-022. En el caso del cable con aislamiento HEPR, este estará obturado mediante hilaturas hidrófugas.

- Pantalla sobre conductor: Capa de mezcla semiconductoras aplicada por extrusión.
- Aislamiento: Etileno propileno de alto módulo (HEPR).
- Pantalla sobre el aislamiento: Una capa de mezcla semiconductoras pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre.
- Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorado u otros contaminantes. Se consideran dos tipos de cubierta normal y cubierta de seguridad contra la llama tipo (S).

Tipo constructivo	Tensión Nominal kV	Sección Conductor mm ²	Sección pantalla mm ²
HEPRZI o RHZI	12/20	150	16
		240	16
		400	16
	18/30	150	25
		240	25
		400	25

En el caso de incorporación de nuevas secciones a este Manual técnico, estas se ajustaran las indicadas en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias, ITC-06.

Tabla 2a
Características cables con aislamiento de etileno propileno alto modulo (HEPR)

Sección mm ²	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. a 105°C Ω /km	Reactancia por fase Ω /km	Capacidad μ F/km
150	12/20	0,277	0,112	0,368
240		0,169	0,105	0,453
400		0,107	0,098	0,536
50	18/30	0,277	0,121	0,266
240		0,169	0,113	0,338
400		0,107	0,106	0,401

1.7.8. Protecciones eléctricas

A. Protecciones contra sobreintensidades

Los cables deberán estar debidamente protegidos contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando estas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

Las salidas de línea deberán estar protegidas mediante interruptores automáticos, colocados en el inicio de las instalaciones que alimenten los cables subterráneos. Las características de

funcionamiento de dichos elementos corresponderán a las exigencias del conjunto de la instalación de la que el cable forme parte integrante, considerando las limitaciones propias de este.

En cuanto a la ubicación y agrupación de los elementos de protección de los transformadores, así como los sistemas de protección de las líneas, se aplicará lo establecido en la ITC MIE-RAT 09 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas subestaciones y centros de transformación.

Los dispositivos de protección utilizados no deberán producir durante su actuación proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas o cosas.

B. Protección contra sobreintensidades de cortocircuito.

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

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles para los conductores y las pantallas correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán las indicadas en la Norma UNE 20-435. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas en aquellos casos en que el fabricante del cable aporte la documentación justificativa correspondiente.

C. Protección contra sobretensiones

Los cables aislados deberán estar protegidos contra sobretensiones por medio de dispositivos adecuados, cuando la probabilidad e importancia de las mismas así lo aconsejen.

Para ello, se utilizará, como regla general, pararrayos de óxido metálico, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión. Deberán cumplir también en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de autoválvulas, lo que establece en las instrucciones MIE-RAT 12 y MIE-RAT 13, respectivamente, del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

1.7.9. Obra civil. Canalizaciones

A. Cables directamente enterrados

Estas canalizaciones de líneas subterráneas, deberán proyectarse teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

a) La canalización discurrirá por terrenos de dominio público bajo acera, no admitiéndose su instalación bajo la calzada excepto en los cruces, y evitando siempre los ángulos pronunciados.

b) El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo, 15 veces el diámetro. Los radios de curvatura en operaciones de tendido será superior a 20 veces su diámetro.

c) Los cruces de calzadas serán perpendiculares al eje de la calzada o vial, procurando evitarlos, si es posible sin perjuicio del estudio económico de la instalación en proyecto, y si el terreno lo permite. Deberán cumplir las especificaciones del apartado 9.3.

Los cables se alojarán en zanjas de 0,8 m de profundidad mínima y una anchura mínima de 0,35 m que, además de permitir las operaciones de apertura y tendido, cumple con las condiciones de paralelismo, cuando lo haya.

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se colocará una capa de arena de mina o de río, lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, de un espesor mínimo de 0,10 m, sobre la que se depositará el cable o cables a instalar. Encima irá otra capa de arena de idénticas características y con unos 0,10 m de espesor, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando exista 1 línea, y por un tubo y una placa cubrecables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las NI 52.95.01. A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales.

Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m y 0,30 m de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos, las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

En los planos 1, 2, 3 y 4 y en las tablas del anexo, se dan varios tipos de disposición de los cables y a título orientativo, valores de las dimensiones de la zanja.

El tubo de 160 mm \emptyset que se instale como protección mecánica, incluirá en su interior, como mínimo, 4 monoductos de 40 mm \emptyset , según NI 52.95.03, para poder ser utilizado como conducto de cables de control y redes multimedia. Se dará continuidad en todo el recorrido de este tubo, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera y obras de mantenimiento, garantizándose su estanqueidad en todo el trazado.

A continuación se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de HM-12,5 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

B. Cables en canalización entubada

Estarán constituidos por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03.

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 preferentemente de calas de tiro y excepcionalmente arquetas ciegas, para facilitar la manipulación.

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m para la colocación de dos tubos de 160 mm \varnothing aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar.

Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más, destinado a este fin. Se dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

Los tubos para cables eléctricos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos, dejando siempre en el nivel superior el tubo para los cables de control.

En los planos 5, 6 y 7 y en las tablas del anexo, se dan varios tipos de disposición de tubos y a título orientativo, valores de las dimensiones de la zanja.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de arena con un espesor de 0.10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

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

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará todo-uno, zahorra o arena.

Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de HM-12,5 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

1.7.10. Puesta a Tierra

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.

En el caso de pantallas de cables unipolares se conectarán las pantallas a tierra en ambos extremos. En el caso de cables instalados en galería, la instalación de puesta a tierra será única y accesible a lo largo de la galería, y será capaz de soportar la corriente máxima de defecto. 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. Alumbrado Público

1.8.1. Superficies iluminadas

Las superficies a iluminar estarán clasificadas según el Reglamento de Eficiencia Energética para Alumbrado Exterior, cumpliendo los niveles de iluminación establecidos por dicho reglamento.

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado ^(*)
E1	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Espacios peatonales de conexión, calles peatonales, y aceras a lo largo de la calzada.</i> • <i>Paradas de autobús con zonas de espera</i> • <i>Áreas comerciales peatonales.</i> 	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4
	Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal	
E2	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Zonas comerciales con acceso restringido y uso prioritario de peatones.</i> 	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4
	Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal	

^(*) Para todas las situaciones de alumbrado E1 y E2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Clase de Alumbrado ^(*)	Iluminancia horizontal en el área de la calzada	
	Iluminancia Media E_m (lux) ^(*)	Iluminancia mínima E_{min} (lux) ^(*)
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1

^(*) Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento (f_m) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

Calle Principal

Longitud Vía: 300 metros

Ancho calzada: 8 metros

Ancho acera: 1,5 metros

Clasificación Vía: Vía de baja velocidad con flujo normal de peatones y ciclistas.

Clasificación Alumbrado: S3

Calle 1

Longitud Vía: 25 metros

Ancho calzada: 6 metros

Ancho acera: 1,5 metros

Clasificación Vía: Vía de baja velocidad con flujo normal de peatones y ciclistas.

Clasificación Alumbrado: S3

Calle 2

Longitud Vía: 25 metros

Ancho calzada: 6 metros

Ancho acera: 1,5 metros

Clasificación Vía: Vía de baja velocidad con flujo normal de peatones y ciclistas.

Clasificación Alumbrado: S3

Calle 3

Longitud Vía: 25 metros

Ancho calzada: 6 metros

Ancho acera: 1,5 metros

Clasificación Vía: Vía de baja velocidad con flujo normal de peatones y ciclistas.

Clasificación Alumbrado: S3

Calle 4

Longitud Vía: 67 metros

Ancho calzada: 6 metros

Ancho acera: 1,5 metros

Clasificación Vía: Vía de baja velocidad con flujo normal de peatones y ciclistas.

Clasificación Alumbrado: S3

Aparcamiento 1

Superficie: 10.416 metros cuadrados

Clasificación Vía: Aparcamiento al aire libre con flujo normal/bajo de peatones

Clasificación Alumbrado: S3

Aparcamiento 2

Superficie: 6.400 metros cuadrados

Clasificación Vía: Aparcamiento al aire libre con flujo normal/bajo de peatones

Clasificación Alumbrado: S3

Aparcamiento 3

Superficie: 1.423 metros cuadrados

Clasificación Vía: Aparcamiento al aire libre con flujo normal/bajo de peatones

Clasificación Alumbrado: S3

Parque Infantil

Superficie: 2400 metros cuadrados

Clasificación Vía: Parque

Clasificación Alumbrado: CE2

Zonas Verdes

Superficie: 2700 metros cuadrados

Clasificación Vía: Parque

Clasificación Alumbrado: S3

Clase de Alumbrado (¹)	Iluminancia horizontal	
	Iluminancia Media <i>Em (lux)</i> [mínima mantenida(¹)]	Uniformidad Media <i>Um</i> [mínima]
CE0	50	0,40
CE1	30	0,40
CE1A	25	0,40
CE2	20	0,40
CE3	15	0,40
CE4	10	0,40
CE5	7,5	0,40

(¹) Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento (f_m) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

(²) También se aplican es espacios utilizados por peatones y ciclistas.

Pista de Fútbol Sala

Superficie: 860 metros cuadrados

Clasificación Vía: Pista de Fútbol Sala Exterior

Clasificación Alumbrado: Pista Fútbol Exterior Clase III

Exterior		Área de referencia		Números de puntos de cuadrícula	
		Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura
Baloncesto	PA:	28	15	13	7
	TA:	32	19	15	9
Balonmano	PA:	40	20	15	7
	TA:	44	27,5	15	9
Fistball	PA:	50	20	17	7
	TA:	66	32	17	9
Floorbol	PA:	40	20	15	7
	TA:	43	22	15	7
Fútbol	PA:	100 a 110	64 a 75	19 a 21	13 a 15
	TA:	108 a 118	72 a 83	21	13 a 15
Fútbol americano	PA:	110 a 117,5	55	21	9 a 11
Netball	PA:	30,5	15,3	13	7
	TA:	37,5	22,5	15	9
Rugby	PA:	144	69	23	11
	TA:	154	79	23	11
Voleibol	PA:	24	15	13	9
		(véase nota 1)		(véase nota 1)	
Clase	Iluminancia horizontal		GR	Índice de rendimiento de color	
	E_{med} lux	E_{min} / E_{med}			
I	500	0,7	50	60	
II	200	0,6	50	60	
III	75	0,5	55	20	

NOTA 1 – Para la Clase I, la competición internacional en el nivel máximo puede justificar una longitud de 34 m para el área principal (PA). El número correspondiente de puntos de cuadrícula en longitud es entonces de 15.

Pistas de Baloncesto

Superficie: 420 metros cuadrados cada una

Clasificación Vía: Pista de Baloncesto Exterior

Clasificación Alumbrado: Pista Tenis Exterior Clase III

Pistas de Pádel

Superficie: 200 metros cuadrados cada una

Clasificación Vía: Pista de Pádel Exterior

Clasificación Alumbrado: Pista Tenis Exterior Clase III

Exterior			Área de referencia		Números de puntos de cuadrícula	
			Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura
Tenis PA:			36	18	15	7
Clase	Iluminancia horizontal				GR	Índice de rendimiento de color
	E_{med} lux	E_{min} / E_{med}				
I	500	0,7			50	60
II	300	0,7			50	60
III	200	0,6			55	20

1.8.2. Disposición de los puntos de iluminación

Puntos de iluminación

Calle Principal: 15 puntos de iluminación

Calle 1: 1 punto de iluminación

Calle 2: 1 punto de iluminación

Calle 3: 1 punto de iluminación

Calle 4: 6 puntos de iluminación

Aparcamiento 1: 82 puntos de iluminación

Aparcamiento 2: 46 puntos de iluminación

Aparcamiento 3: 8 puntos de iluminación

Parque, Zonas Verdes y Viales secundarios: 49 puntos de iluminación

Pista de Fútbol Sala: 16 puntos de iluminación

Pistas de Baloncesto: 12 puntos de iluminación

Pistas de Pádel: 64 puntos de iluminación

La disposición de estos puntos de iluminación se puede observar en el Plano N° 5.21: Polígono Industrial. Alumbrado.

1.8.3. Resultados

1.8.3.1. Cálculos luminotécnicos

Calle Principal

Clasificación Alumbrado: S3

Valores	Iluminancia Media Em (lux)	Iluminancia Mínima Em (lux)
Reglamentarios	7,5	1,5
Calculado	8,38	3,61
Resultado	Válido	Válido

Calle 1

Clasificación Alumbrado: S3

Valores	Iluminancia Media Em (lux)	Iluminancia Mínima Em (lux)
Reglamentarios	7,5	1,5
Calculado	7,80	3,65
Resultado	Válido	Válido

Calle 2

Clasificación Alumbrado: S3

Valores	Iluminancia Media Em (lux)	Iluminancia Mínima Em (lux)
Reglamentarios	7,5	1,5
Calculado	7,80	3,65
Resultado	Válido	Válido

Calle 3

Clasificación Alumbrado: S3

Valores	Iluminancia Media Em (lux)	Iluminancia Mínima Em (lux)
Reglamentarios	7,5	1,5
Calculado	7,80	3,65
Resultado	Válido	Válido

Calle 4

Clasificación Alumbrado: S3

Valores	Iluminancia Media Em (lux)	Iluminancia Mínima Em (lux)
Reglamentarios	7,5	1,5
Calculado	7,8	3,65
Resultado	Válido	Válido

Aparcamiento 1

Clasificación Alumbrado: S3

Valores	Iluminancia Media Em (lux)	Iluminancia Mínima Em (lux)
Reglamentarios	7,5	1,5
Calculado	9,14	4,9
Resultado	Válido	Válido

Aparcamiento 2

Clasificación Alumbrado: S3

Valores	Iluminancia Media Em (lux)	Iluminancia Mínima Em (lux)
Reglamentarios	7,5	1,5
Calculado	7,96	3,6
Resultado	Válido	Válido

Aparcamiento 3

Clasificación Alumbrado: S3

Valores	Iluminancia Media Em (lux)	Iluminancia Mínima Em (lux)
Reglamentarios	7,5	1,5
Calculado	7,65	3,23
Resultado	Válido	Válido

Parque Infantil

Superficie: 738 metros cuadrados

Clasificación Vía: Parque

Clasificación Alumbrado: CE2

Valores	Iluminancia Media Em (lux)	Iluminancia Mínima Em (lux)
Reglamentarios	20	0,4
Calculado	22,7	0,56
Resultado	Válido	Válido

Zonas Verdes y Viales secundarios

Alumbrado: S3

Valores	Iluminancia Media Em (lux)	Iluminancia Mínima Em (lux)
Reglamentarios	7,5	1,5
Calculado	8,46	2,46
Resultado	Válido	Válido

Pista de Fútbol Sala

Clasificación Alumbrado: Pista Fútbol Exterior Clase III

Valores	Iluminancia Media Em (lux)	Iluminancia Mínima Em (lux)
Reglamentarios	75	0,5
Calculado	161	0,52
Resultado	Válido	Válido

Pistas de Baloncesto

Clasificación Alumbrado: Pista Baloncesto Exterior Clase III

Valores	Iluminancia Media Em (lux)	Iluminancia Mínima Em (lux)
Reglamentarios	75	0,5
Calculado	92	0,53
Resultado	Válido	Válido

Pistas de Pádel

Clasificación Alumbrado: Pista Tenis Exterior Clase III

Valores	Iluminancia Media Em (lux)	Iluminancia Mínima Em (lux)
Reglamentarios	200	0,5
Calculado	279	0,73
Resultado	Válido	Válido

1.8.3.2. Potencia Instalada

Zona	Potencia instalada (W)
Calle Principal	1005
Calle 1	67
Calle 2	67
Calle 3	67
Calle 4	402
Aparcamiento 1	5494
Aparcamiento 2	3216
Aparcamiento 3	536
Parque Infantil	1072
Zonas Verdes y Viales secundarios	2211
Pista de Futbol Sala	6400
Pistas de Baloncesto	4800
Pistas de Pádel	10176
Total	35513

1.8.4. Alimentación. Centro de Transformación

La energía de la Red de Distribución de Baja Tensión es suministrada por un Centro de Transformación de 400 kVA, CGMCOSMOS.

Este Centro de Transformación suministra energía a las superficies antes mencionadas, a través de dos anillos de baja tensión donde se diferencia un anillo de servicios y otro del centro socio-cultural.

La ubicación de este Centro de Transformación, que a su vez es el Centro de Reparto de la Red de Media Tensión, está detallada en los Planos.

1.8.5. Red de distribución de Baja Tensión

Desde el Centro de Transformación se desarrolla dos Redes de distribución en Anillo subterráneas. Una de ellas alimenta el centro socio-cultural y otra que alimenta los servicios.

La red de servicios está formada por cinco Cuadros de Protección, Medida y Control. El conductor seleccionado para esta distribución es Al VOLTALENE FLAMEX de aluminio $3 \times (1 \times 150) + 1 \times 95$ TT mm² con aislamiento tipo RV-0,6/1 kV, entubado según indica el Reglamento. Esta Red transcurre bajo acera durante 493 metros, teniendo tramos puntuales bajo calzada.

La red del centro socio-cultural está formada por seis Cuadros de Protección, Medida y Control equilibrados por no conocer las instalaciones interiores. El conductor seleccionado para esta distribución es Al VOLTALENE FLAMEX de aluminio $3 \times (1 \times 240) + 1 \times 150$ TT mm² con aislamiento tipo RV-0,6/1 kV, entubado según indica el Reglamento. Esta Red transcurre bajo acera durante 417 metros, teniendo tramos puntuales bajo calzada.

1.8.6. Cuadros de Protección, Medida y Control

1.8.6.1. Disposiciones generales

- Los Cuadros de Protección, Medida y Control del alumbrado público son cinco:
 - Cuadro de Protección, Medida y Control de los Aparcamiento 3, Parque, Calle 4 y mitad Jardines.
 - Cuadro de Protección, Medida y Control del Pista de Fútbol.
 - Cuadro de Protección, Medida y Control del Pistas de Pádel.
 - Cuadro de Protección, Medida y Control del Aparcamiento 2, mitad Jardines, Pistas de Baloncesto y Viales secundarios.
 - Cuadro de Protección, Medida y Control del Aparcamiento 1 y Calle Principal.

La ubicación de estos centros de mando se puede observar en el Plano N° 5.7: Polígono Industrial. Red BT.

- Los Cuadros de Protección, Medida y Control del centro socio-cultural son seis:
 - Cuadro de Protección, Medida y Control 1.
 - Cuadro de Protección, Medida y Control 2.
 - Cuadro de Protección, Medida y Control 3.
 - Cuadro de Protección, Medida y Control 4.

- Cuadro de Protección, Medida y Control 5.

- Cuadro de Protección, Medida y Control 6.

La ubicación de estos centros de mando se puede observar en el Plano N° 5.7: Polígono Industrial. Red BT.

1.8.6.2. Características

Cuadro de mando y protección con 1 salida, montado sobre armario metálico, con tejadillo a cuatro aguas y cerradura por llave triangular, de dimensiones exteriores 750 x 750 x 300 mm para cuadro de alumbrado con 1 salida de tres fases (R-S-T), protegida con interruptor automático tripolar y neutro de intensidad 10 A, contactores 4 x 9 A (AC3), diferencial reenganchable de 4 x 25 A y sensibilidad 300 mA e interruptor de corte general de 4 x 32A. Aparamenta interior del cuadro montada según esquema unifilar correspondiente y de la marca ABB o similar. Incluye el reductor de flujo luminoso para alumbrado exterior de 3,5 kW. Dimensiones 220x 270x 550mm. Montado en cuadro metálico de intemperie de dimensiones 320x 500x 860mm. Incluso reloj astronómico e interruptor para su accionamiento manual, bombilla de iluminación del cuadro, toma de corriente y accesorios y pequeño material para su montaje y conexión, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.

1.8.6.3. Armarios de Control

Serán de hormigón armado prefabricado, chorreado con arena, con espacio suficiente, de dimensiones interiores mínimas de 1.280 mm por 1.120 mm, y 400 mm. de fondo.

Los centros de mando se situarán en lugares accesibles y no estarán sujetos a servidumbres, se dispondrán en forma aislada de la edificación y se instalará en un lugar discreto que no estorbe la circulación de vehículos o peatones.

La placa de fondo será metálica o baquelita y sobre ella se colocaran los elementos que componen el cuadro de alumbrado.

El número de salidas por centro de mando, será idéntico al de circuitos que se alimentan del mismo. Los armarios cumplirán las condiciones de protección IP-32, proporcionará un grado de protección mínimo de IP-55 e IK10.

Dispondrá de un sistema de cierre que permita el acceso exclusivo al mismo del personal autorizado, con su puerta de acceso situada a una altura que como mínimo estará 0,3 m de la rasante del vial donde esté ubicado.

La cimentación de los centros de mando, se realizará con hormigón de características HM- 20. Previendo una fijación adecuada de forma que quede garantizada su estabilidad.

1.8.6.4. Módulo de contador y contador

Los módulos de contador y contadores corresponderán a uno de los tipos homologados por la Empresa Suministradora, estarán situados en un módulo independiente dentro del armario.

Habitualmente se colocará un Módulo BIR en poliéster con doble aislamiento, para alojar equipos de medida, con fusibles generales de entrada y salida. Base fusibles de Al-Cu en acometidas subterráneas.

1.8.7. Circuitos de Alumbrado

1.8.7.1. Conductores

Los conductores serán de cobre multipolares, de tensión asignada 0,6/1 kV, y aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).

No se admitirán cables que presenten desperfectos iniciales ni señales de haber sido usados con anterioridad o que no sean suministrados en su bobina de origen. No se permitirá el empleo de materiales de procedencia distinta en un mismo circuito.

1.8.7.2. Redes Subterráneas

Las instalaciones eléctricas se realizarán siempre en sistemas trifásicos para una tensión de tres más neutro para 400 V, con cables multipolares de sección no inferior a 6 mm². El conductor neutro de cada circuito que parte del cuadro es independiente, no podrá ser utilizado por ningún otro circuito.

El tendido de los conductores se hará con sumo cuidado, evitando la formación de cocas y torceduras, así como los roces perjudiciales y las tracciones exageradas, no dándose a los conductores curvaturas superiores a las admisibles para cada tipo.

No se permitirá la existencia de empalmes en el interior de los soportes que no sea en el cofret.

Los empalmes en las arquetas de registro se realizarán protegidos con cinta autovulcanizable dejando de modo independiente cada fase.

Los circuitos eléctricos de alimentación de los puntos de luz desde el centro de mando, serán abiertos, proyectando su trazado con el criterio de reducir la longitud de los mismos y equilibrar en lo posible las cargas, con el fin de unificar secciones.

Se instalará siempre un número de suficiente de circuitos de forma que la avería de uno de ellos no deje sin alumbrado una calle.

1.8.7.2.1. Red subterránea con salida a columna o báculo

Las derivaciones desde las líneas generales, hasta los cofret de las columnas se realizarán con cable de 2 x 6 mm² de sección, siempre que los magnetotérmicos que protegen dicha línea sean iguales o inferiores a 63A. Si éstos fuesen superiores la sección del cable será de 2x10 mm². La subida al punto de luz será como mínimo de 3x2, 5 mm² (fase, neutro, tierra) lo que se hará con interposición de cofrets para la colocación de fusibles calibrados. Este conductor deberá ser soportado mecánicamente, no admitiéndose que cuelgue directamente del portalámparas y la conexión a los terminales estará hecha de forma que no ejerza sobre los conductores ningún esfuerzo de tracción. En el caso de luminaria con equipo de doble nivel se subirá cable de sección mínima 2x1, 5 mm² desde la arqueta hasta el equipo pasando por el cofret, en donde se protegerá la fase activa con fusible de 6A.

1.8.7.2.2. Red subterránea con salida a luminaria sobre muro o fachada

Las derivaciones desde las líneas generales, hasta los cofret situados a una altura mínima de 3m en fachada se realizará con cable de 3 x 6 mm² de sección (fase, neutro y tierra) y 2x2, 5mm² (en caso de equipo de doble nivel) pasando por tubo de canalización diámetro 63 mm enlazado con tubo de acero M32 mínimo, siempre que los magnetotérmicos que protegen dicha línea sean igual o inferior a 63A.

Si éstos fuesen superiores, la sección del cable será de 2x10 mm². La subida al punto de luz será como mínimo de 3x2, 5 mm² (fase, neutro, tierra) y 5x2, 5 mm² en caso de luminaria con equipo de doble nivel, con interposición de cofrets para la colocación de fusibles calibrados.

1.8.7.2.3. Red de tierras

Se conectarán a tierra todas las partes metálicas accesibles de la instalación: columnas, báculos, brazos murales en fachadas, armario metálico...

Todas las conexiones de los circuitos de tierra se realizarán mediante terminales, grapas, soldadura o elementos apropiados que garanticen un buen contacto permanente, y protegidos contra la corrosión.

La máxima resistencia de puesta a tierra en cada soporte será tal que en los mismos no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V, ni en las partes metálicas accesibles de la instalación a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año.

La red de tierras estará formada por los siguientes elementos:

- Cable de cobre desnudo de sección 35 mm²: irá instalado directamente en el terreno por el exterior de las canalizaciones.

Desde el cuadro de mando pasará por cada una de las arquetas de alumbrado formando un pequeño bucle en cada una para la conexión de pica de cobre y el cable de 16mm².

- Picas de cobre con núcleo de acero al carbono, de longitud mínima 1 metro y diámetro mínimo 14mm. Las picas de tierra se hincarán en el fondo de las arquetas, de manera que la parte superior de la pica sobresalga en 20 cm. la superficie superior del lecho de grava. Se instalará una pica por arqueta de derivación a punto de luz.

- Cable de cobre unipolar aislado de tensión nominal 450/750 V, color verde-amarillo, y sección mínima de 16 mm², conectado por un extremo al terminal específico para toma de tierra de la columna o báculo, y por el otro al cable de cobre desnudo de 35 mm² de sección.

En el caso de redes aéreas los conductores de tierra serán de igual sección. Que los conductores de fase para las redes posadas, en cuyo caso irán por el interior de las canalizaciones de los cables de alimentación.

1.8.8. Luminarias instaladas

Calle Principal

15 Luminarias Tipo Vial SIMON 104-000719016 Nath L RE optic 8700lm 4000K 67W

Calle 1

1 Luminaria Tipo Vial SIMON 104-000719016 Nath L RE optic 8700lm 4000K 67W

Calle 2

1 Luminaria Tipo Vial SIMON 104-000719016 Nath L RE optic 8700lm 4000K 67W

Calle 3

1 Luminaria Tipo Vial SIMON 104-000719016 Nath L RE optic 8700lm 4000K 67W

Calle 4

4 Luminarias Tipo Vial SIMON 104-000719016 Nath L RE optic 8700lm 4000K 67W

Aparcamiento 1

82 Luminarias Tipo Vial SIMON 104-000719016 Nath L RE optic 8700lm 4000K 67W

Aparcamiento 2

48 Luminarias Tipo Vial SIMON 104-000719016 Nath L RE optic 8700lm 4000K 67W

Aparcamiento 3

8 Luminarias Tipo Vial Benito SIMON 104-000719016 Nath L RE optic 8700lm 4000K 67W

Parque, Zonas Verdes y Viales secundarios

49 Luminarias Tipo Vial SIMON 104-000719016 Nath L RE optic 8700lm 4000K 67W

Pista de Fútbol Sala

16 Luminarias Tipo Proyector Benito Urban 2140044 INCA Proyector con reflector de proyección y lira HM-T 400 W

Pistas de Baloncesto

12 Luminarias Tipo Proyector Benito Urban 2140044 INCA Proyector con reflector de proyección y lira HM-T 400 W

Pistas de Pádel

64 Luminarias Tipo Proyector Benito Urban 2140044 INCA Proyector con reflector de proyección y lira HM-T 250 W.

1.8.9. Obra civil

1.8.9.1. Zanjas

1.8.9.1.1. Zanja en todo Tipo de Terreno

Dimensiones: Profundidad: 60 cm, anchura: 30 a 40 cm

Ejecución:

- Primeros 10 cm de la zanja: se colocará un lecho de hormigón tipo HM-20.
- Colocación de tubos: 2 x 160 mm diámetro, separación entre tubos 3 cm.
- 10 cm por encima de los tubos: hormigón HM.20/B/15
- 20 cm de relleno con los productos sobrantes.
- Cinta de señalización que avise de la existencia de cables de alumbrado público enterrados (norma UNE 48103).
- La parte superior se ajustará a reponer el tipo de suelo de tierra, acera o pavimento de camino peatonal existente inicialmente, o ejecución según lo proyectado.

Las densidades de compactación exigidas serán el noventa y cinco por ciento del Próctor modificado.

En caso de realizar zanjas en zonas ajardinadas, la zanja transcurrirá siempre por los caminos peatonales y en la parte próximo a la zona verde o en su caso, por la zona verde, junto dichos andadores y caminos peatonales, sin que en las proximidades de la zanja se planten árboles de raíz profunda.

1.8.9.1.2. Zanja tipo cruce de calzada

Dimensiones: Profundidad: 75 cm., anchura: 40 a 50 cm

Ejecución:

- Primeros 10 cm de la zanja: se colocará lecho de hormigón de resistencia característica HM-20/B/15.
- Colocación de tubos: 2 x 160 mm. diámetro, separación entre tubos 3 cm.
- 15 cm por encima de los tubos: hormigón de resistencia característica HM-20/B/15

- 30 cm relleno con hormigón o gravas compactadas con los productos sobrantes.
- Cinta de señalización que avise de la existencia de cables de alumbrado público enterrados (norma UNE 48103).
- La parte superior se ajustará a reponer el tipo de pavimento existente inicialmente o ejecución según lo proyectado, o en su caso 25 cm de hormigón HM-201B/15 y 5 cm de aglomerado asfáltico en caliente.

1.8.9.2.Arquetas

Las arquetas para la red de alumbrado público se colocarán en aceras, de tal manera que no se interfiera con ninguno de los servicios de suministro que puedan discurrir por las mismas y guardando las distancias reglamentarias. Únicamente en casos excepcionales y bajo la supervisión de los Servicios Técnicos del Ayuntamiento se podrán colocar en calzadas.

1.8.9.2.1. Arquetas de derivación a punto de luz.

Se colocará como mínimo una arqueta por punto de luz y en cada cambio de dirección.

Dimensiones: Profundidad: 70 cm mínimo, sección horizontal: 40x 40 cm

Ejecución:

Se utilizará hormigón de resistencia característica HM-20, con un espesor en las paredes de 0.15 m y una profundidad de 0,70. Si las arquetas se construyen de ladrillo se enfoscarán las paredes laterales interiores.

El fondo de la arqueta estará formado por el propio terreno, libre de cualquier pegote de hormigón, donde se dejará un lecho de grava gruesa de 0,10 m de profundidad, para facilitar el drenaje. No se pavimentará en ningún caso su base.

Las arquetas cumplirán con lo estipulado en la norma EN 124-1994.

El marco y la tapa serán cuadrados, y tendrán las siguientes dimensiones: exteriores del marco (400x435), tapa (390x390), paso libre a arqueta (345x345).

En aceras las tapas serán de Clase C250 (Carga de rotura>25 Toneladas).

En la tapa de la arqueta deberá constar la leyenda: AYTO. LORQUÍ ALUMBRADO PÚBLICO.

Se dará una pequeña inclinación a las caras superiores con el fin de evitar la entrada de agua.

En el caso de jardines, las arquetas de derivación a punto de luz se situarán en los caminos peatonal es junto a las cimentaciones y en línea con las zanjas.

1.8.9.2.2. Arquetas de cruce de calzada

Para el cruce de una calzada, se colocará a cada lado del cruce una arqueta con las siguientes características:

Dimensiones: Profundidad: 80 cm mínimo, sección horizontal: 40x 40 cm

La ejecución será igual que para las arquetas de derivación.

1.8.9.3. Tubos de canalización

Los tubos utilizados para distribución serán de polietileno de alta densidad, doble capa corrugada, y con diámetro exterior de 110 mm, y los tubos utilizados para derivación a punto de luz serán de polietileno de alta densidad, doble capa corrugada, y con diámetro exterior de 63 mm. Cumplirán la Norma UNEEN50086-2-4/94.

La superficie inferior del tubo corrugado, quedará como mínimo a 0,20 m. sobre el fondo de la arqueta.

Las uniones entre tubos se realizarán por medio de manguitos adecuados a las dimensiones del tubo. En los cruces de calzadas, entre dos arquetas consecutivas, los tubos de plástico serán continuos, sin ningún tipo de empalme.

Las canalizaciones serán tendidas entre arqueta y arqueta de manera ligeramente convexa, con el fin de que el agua que se pudiera almacenar por condensación o filtrado circule hacia las arquetas.

1.8.10. Soportes y elementos de protección mecánicos

1.8.10.1. Dimensionamiento

Para las cimentaciones de los puntos de luz, en todos los casos se utilizará hormigón HM- 20/B/15. El hormigonado no podrá realizarse a temperaturas inferiores a 5°C, ni bajo lluvia.

1.8.10.2. Pernos, tuercas y arandelas

Los pernos de anclaje serán de acero galvanizado del tipo F-111. Será perfectamente homogéneo y carecerá de sopladuras, impurezas y otros defectos de fabricación.

Las tuercas serán métricas, cincadas o cadmiadas.

Las arandelas serán de acero galvanizado.

Las tuercas y pernos quedarán cubiertos por la loseta y hormigón quedando envasado al nivel de la acera.

1.8.10.3. Columnas y báculos de acero galvanizado

La puerta de columnas y báculos tendrá un grado de protección IP44 e IK10. Estará situada en la dirección más favorable para su operación en el caso de ser necesario, por tanto en dirección a la zona con mayor espacio libre. Todas las puertas de las columnas o báculos correspondientes a una unidad de obra deberán estar orientadas en la misma dirección. La puerta o trampilla solamente se podrá abrir mediante el uso de útiles especiales.

1.8.10.4. Montaje de soportes

Todos los báculos o columnas quedaran perfectamente alineados en calles rectas o marcarán la curvatura de la calle.

Se prohíbe el uso de todo tipo de cuñas o calzos para la nivelación de los soportes, así como el rasgado de los agujeros de la placa base de los mismos.

La sujeción a la cimentación se hará mediante placa de base, a la que se unirán los pernos anclados en la cimentación, mediante las correspondientes arandelas y tuercas.

1.8.11. Elementos eléctricos de protección

1.8.11.1. Interruptor Magnetotérmico Tetrapolar General

El poder de corte será como mínimo de 36KA, teniendo en cuenta un $\cos\phi$ de 0.8 y deberá estar garantizado para una longevidad de 20.000 maniobras.

1.8.11.2. Interruptor-Seccionador manual

Interruptor seccionador tripolar en carga con poder de corte de cortocircuito de 76 KA de cresta, para instalación sobre carril, de calibre adecuado a la corriente a circular a través de él en el momento de la maniobra.

1.8.11.3. Contactores de Maniobra

El calibre en su selección será 1,8 veces el de la intensidad nominal, con calibre mínimo de 63A, la bobina será de 230/240Vca los bornes deberán ir numerados, con una cifra los principales y con dos los auxiliares. Los contactores serán tripolares, seccionando las tres fases.

La categoría será AC-1, podrán funcionar en cualquier posición de montaje, los contactos serán con superficie de plata y su intensidad nominal referida a 40°C, para la protección de la bobina se dispondrá de interruptor magnetotérmico de intensidad nominal de 6 A.

1.8.11.4. Interruptor Horario

Estará formado por un reloj astronómico, excluyéndose fotocélula y reloj eléctrico.

El interruptor horario digital astronómico tendrá doble circuito; uno de ellos para encendido y apagado solar y otro con encendido solar y apagado voluntario.

1.8.11.5. Conmutador manual tres posiciones

Se dispondrá de conmutador manual con tres posiciones (automático, paro, manual) que permita el accionamiento del sistema con independencia del interruptor horario.

1.8.11.6. Interruptores diferenciales

Se realizará la protección frente a los contactos indirectos por medio de interruptores diferenciales independientes por cada circuito de alumbrado.

La intensidad de defecto de los interruptores diferenciales será como máximo de 300 mA, y la resistencia de puesta a tierra medida en la puesta en servicio de la instalación será como máximo de 30Ω . Se admitirán interruptores diferenciales de intensidad máxima de 500 mA o 1 A, siempre que la resistencia de puesta a tierra medida en la puesta en servicio de la instalación sea inferior o igual a 5Ω y a 1Ω , respectivamente.

Se podrán utilizar opcionalmente interruptores diferenciales de reenganche automático.

Deberán permitir la fijación sobre carril DIN, y cumplirán lo dispuesto en la norma UNE 61008-1.

1.8.11.7. Interruptor Magnetotérmico tripolar

Se colocará uno por cada uno de los circuitos existentes para la protección de las líneas de alumbrado.

Las características mínimas exigibles serán las que a continuación se detallan.

Poder de corte de 6.000A, tensión de empleo 230/400V CA, conexión por bornes de caja para cable flexible de hasta 35 mm^2 .

1.8.11.8. Interruptor diferencial bipolar

Se utilizará para la protección del punto de luz, toma corriente del cuadro.

Su sensibilidad será de 300 mA, cumplirá la norma UNE-EN 61.008. de disparo instantáneo, indicador mecánico de defecto diferencial, con tensión de empleo de 230V CA.

1.8.11.9. Interruptores magnetotérmicos

Se utilizarán para la protección del punto de luz, toma corriente del cuadro y circuito de control y mando.

Tendrá un poder de corte mínimo de 6000A, cumplirá la norma UNE-EN 60.898.
Tensión de empleo 230/400 V CA.

1.8.11.10. Pequeño Material

Para realizar el cableado de los circuitos de alumbrado y de reserva se empleará como mínimo cables de 10 mm² y para los circuitos de maniobra de 2,5 mm².

Tanto los terminales, tornillos de fijación, conectores, etc. se apretarán y fijarán con la presión suficiente para evitar los falsos contactos.

Las bornas de conexión serán de primera calidad y tendrán la sección suficiente para los cables a contener. La presión se conseguirá mediante rosca y el aislamiento será para 1.000 V, y será de material resistente a la temperatura.

1.9. Industria 1. Fábrica de Muebles

1.9.1. Descripción de las instalaciones

La fábrica está formada por las siguientes zonas:

- Entrada/exposición. Zona de recepción para clientes, donde también hay una exposición con algunos de los muebles que se fabrican.
- Oficinas. Dos oficinas para el personal gerente, comercial y administrativo.
- Zona de personal. Zona de uso exclusivo del personal. Incluye un pasillo de personal, aseos/vestuarios y la sala de máquinas.
- Zona de trabajo. Zona donde se produce la actividad principal. Compuesta por zona de mecanizado, montaje, neumática, trabajo manual, embalado, taller, etc. También hay una sala donde se guardan y cargan las carretillas elevadoras, y un pequeño almacén de herrajes.
- Almacén de Materia Prima donde se recibe y almacena la madera para su posterior procesamiento.
- Almacén de Stock donde se almacena los muebles ya acabados.

1.9.1.1. Zonas de riesgo

La única zona de riesgo es la Zona de Trabajo, clasificada como local polvoriento según la MIE BT 27. Por ello toda la maquinaria de esta zona tendrá un grado de protección IP54, además de existir un sistema de extracción localizado de serrín en las zonas de mecanizado y acabado de la madera.

1.9.2. Descripción de la Actividad

- 1- La madera se recibe en el almacén, en la zona de descarga, desde allí se va almacenando en la sección de almacenamiento de madera que hay dentro del almacén.
- 2- Desde el almacén de madera, se lleva la madera a la zona de trabajo, usando carretillas elevadoras si es necesario.
- 3- En la zona de trabajo se tratará la madera para conseguir el producto final, empezando por procesos de mecanizado y acabado usando la siguiente maquinaria:
 - Sierra: corta la madera para conseguir la longitud, anchura y forma necesarias.
 - Escuadradora: misma finalidad que la sierra, usándose cuando se quieren conseguir ángulos rectos en la madera.

- Regruesadora: mecaniza la madera para darle el grosor necesario.
 - Fresadora: máquina empleada para realizar agujeros en la madera.
 - Tupí: máquina de mecanizado que permite realizar en secuencia varios procesos de mecanizado mediante control numérico.
 - Compresor: para procesos de acabado mediante neumática.
 - Lijadora: máquina empleada en lijar la madera, para otorgarle el acabado deseado.
 - Chapadora de cantos: se emplea para colocar los cantos a la madera y darles el acabado.
- 4- Una vez tratada la madera y conseguidas las piezas necesarias para el mueble hay dos caminos según el producto final:
- A) Se llevan las maderas a la embaladora sin montar el mueble y se embala para empaquetar junto a las piezas necesarias para conseguir el mueble.
- B) Se lleva a la zona de trabajo manual, donde se realizan tratamiento que sólo pueden ser llevados a cabo por operarios (acabado manual, encolado). Una vez realizados estos procesos se pueden llevar las maderas a la embaladora o se puede montar para tener el mueble finalizado.
- 5- Una vez empaquetado los muebles, bien o montados o sin montar, se almacenan en el almacén de stock o producto terminado.

1.9.3. Instalaciones Técnicas

1.9.3.1. Maquinaria Instalada. Uso y Potencia

	Unidades	Potencia/Ud	Potencia Total (W)
Compresor	1	22.080	22.080
Tupí	1	29.440	29.440
Embaladora	1	14.720	14.720
Chapadora de Cantos	1	14.500	14.500
Lijadora	1	12.400	12.400
Fresadora	1	20.480	20.480
Escuadradora	1	18.760	18.760
Regruesadora	1	20.480	20.480
Sierra	1	16.608	16.608
Sistema de extracción	1	12.040	12.040
Termo Eléctrico	2	1.500	3.000
Grupo presión PCI	1	12.800	12.800
A/A 1	1	10.000	10.000
A/A 2	1	6.000	6.000
Ventilador	2	1.000	1.000
Cargador Carretillas Rápido	2	6.750	13.500
Cargador Carretillas Normal	1	6.500	6.500
		Potencia Total	235.348

1.9.3.2.Sistema de extracción

Para eliminar los residuos generados del mecanizado de la madera, se emplea un sistema de extracción centralizado. Cada una de las máquinas que produce residuos tiene su propia extracción, que mediante canalizaciones lleva los residuos a máquina central donde se almacena todo el serrín extraído en la fábrica.

En el Plano N° 5.32: Fábrica de Muebles. Extracción aparece el plano detallado de la instalación de extracción.

1.9.3.3.Sistema de climatización

Se dispone de dos máquinas de climatización para el confort tanto de trabajadores como de visitantes. La zona de exposición dispone de una máquina que distribuye el aire por conductos cuyo intercambiador está situado en el techo del aseo público y con compresor exterior en fachada. La zona de oficinas y uso de personal dispone de otra máquina por conductos cuyo intercambiador está situado en uno de los techos de los vestuarios y con compresor exterior en fachada.

1.9.3.4.Sistema de protección contra incendios

Por sus características, el edificio dispondrá de los siguientes sistemas de protección de incendios:

- Extintores de Polvo ABC 6kg. Mínimo cada 15 metros.
- Bocas de incendio equipadas 45 mm. Mínimo cada 50 metros.

En el Plano N° 31: Fábrica de Muebles. PCI, aparece el plano detallado de la instalación de protección contra incendios.

1.9.4. Instalación de Baja Tensión

1.9.4.1.Instalaciones de enlace

ACOMETIDA

Es parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la caja general de protección o unidad funcional equivalente (CGP). Los conductores serán de cobre o aluminio. Esta línea está regulada por la ITC-BT-11.

Por último, cabe señalar que la acometida será parte de la instalación constituida por la Empresa Suministradora, por lo tanto su diseño debe basarse en las normas particulares de ella.

1.9.4.2. Potencia Total Instalada

	Potencia Total (W)
Alumbrado	14.167
Fuerza	45.000
Maquinaria	212.348
Total	271.615

1.9.4.3. Cuadros de distribución

1.9.4.3.1. Composición y características

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección, cuya posición de servicio será vertical, se ubicarán en el interior de uno o varios cuadros de distribución de donde partirán los circuitos interiores.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.
- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario.

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

Según la tarifa a aplicar, el cuadro deberá prever la instalación de los mecanismos de control necesarios por exigencia de la aplicación de esa tarifa.

1.9.4.3.2. Relación de cuadros de distribución

	Potencia Total (W)
Cuadro General	233.874
C/S Almacén M. Prima	1.337
C/S Almacén Stock	1.638
C/S Oficinas	34.374
C/S Almacén de Herrajes	392
Total	271.615

1.9.4.4. Líneas de distribución y canalización

1.9.4.4.1. Conductores Activos

Naturaleza de los conductores

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados, excepto cuando vayan montados sobre aisladores, tal como se indica en la ITC-BT 20.

Sección de los conductores. Caídas de tensión

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea, salvo lo prescrito en las Instrucciones particulares, menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas, según el tipo de esquema utilizado.

Para instalaciones industriales que se alimenten directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen en la salida del transformador. En este caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

El número de aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente, se determinará en cada caso particular, de acuerdo con las indicaciones incluidas en las instrucciones del presente reglamento y en su defecto con las indicaciones facilitadas por el usuario considerando una utilización racional de los aparatos.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases.

Intensidades máximas admisibles

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional.

En la siguiente tabla se indican las intensidades admisibles para una temperatura ambiente del aire de 40°C y para distintos métodos de instalación, agrupamientos y tipos de cables. Para otras temperaturas, métodos de instalación, agrupamientos y tipos de cable, así como para conductores enterrados, consultar la Norma UNE 20.460-5-523.

Identificación de los conductores

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo.

Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón o negro.

Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, se utilizará también el color gris.

1.9.4.4.2. Conductores de protección

Se aplicará lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-54 en su apartado 543. Como ejemplo, para los conductores de protección que estén constituidos por el mismo metal que los conductores de fase o polares, tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla 2, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación; en caso de que sean de distinto material, la sección se determinará de forma que presente una conductividad equivalente a la que resulta de aplicar la tabla 2.

En la instalación de los conductores de protección se tendrá en cuenta:

- Si se aplican diferentes sistemas de protección en instalaciones próximas, se empleará para cada uno de los sistemas un conductor de protección distinto. Los sistemas a utilizar estarán de acuerdo con los indicados en la norma UNE 20.460-3.

En los pasos a través de paredes o techos estarán protegidos por un tubo de adecuada resistencia mecánica, según ITC-BT 21 para canalizaciones empotradas.

- No se utilizará un conductor de protección común para instalaciones de tensiones nominales diferentes.

- Si los conductores activos van en el interior de una envolvente común, se recomienda incluir también dentro de ella el conductor de protección, en cuyo caso presentará el mismo aislamiento que los otros conductores. Cuando el conductor de protección se instale fuera de esta canalización seguirá el curso de la misma.
- En una canalización móvil todos los conductores incluyendo el conductor de protección, irán por la misma canalización.
- En el caso de canalizaciones que incluyan conductores con aislamiento mineral, la cubierta exterior de estos conductores podrá utilizarse como conductor de protección de los circuitos correspondientes, siempre que su continuidad quede perfectamente asegurada y su conductividad sea como mínimo igual a la que resulte de la aplicación de la Norma UNE 20.460 -5-54, apartado 543.
- Cuando las canalizaciones estén constituidas por conductores aislados colocados bajo tubos de material ferromagnético, o por cables que contienen una armadura metálica, los conductores de protección se colocarán en los mismos tubos o formarán parte de los mismos cables que los conductores activos.
- Los conductores de protección estarán convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos y químicos, especialmente en los pasos a través de los elementos de la construcción.
- Las conexiones en estos conductores se realizarán por medio de uniones soldadas sin empleo de ácido o por piezas de conexión de apriete por rosca, debiendo ser accesibles para verificación y ensayo. Estas piezas serán de material inoxidable y los tornillos de apriete, si se usan, estarán previstos para evitar su desapriete. Se considera que los dispositivos que cumplan con la norma UNE-EN 60.998 -2-1 cumplen con esta prescripción
- Se tomarán las precauciones necesarias para evitar el deterioro causado por efectos electroquímicos cuando las conexiones sean entre metales diferentes (por ejemplo cobre-aluminio).

1.9.4.4.3. Subdivisión de las instalaciones

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo a un sector del edificio, a un piso, a un solo local, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- Evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo
- Facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- Evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

1.9.4.4.4. Equilibrado de las cargas

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.

1.9.4.5. Receptores Motor

Todas las máquinas ubicadas dentro de la fábrica deberán de tener como mínimo IP54, para asegurar una buena protección contra el agua y el polvo de acorde con las condiciones de trabajo que se dan en la fábrica.

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente.

Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

De 0,75 kW a 1,5 kW: 4,5

De 1,50 kW a 5 kW: 3,0

De 5 kW a 15 kW: 2

Más de 15 kW: 1,5

1.9.4.6. Alumbrado

1.9.4.6.1. Disposiciones generales

El alumbrado instalado en la fábrica será el necesario para cumplir la norma UNE 12464-1 de Iluminación en Interiores, según la clasificación de cada local.

La iluminación instalada será con tecnología led, con todas las ventajas que llevan su instalación desde el punto de vista de la eficiencia energética. Esta tecnología permite también la instalación adicional de elementos de control que permiten un mayor ahorro de energía y un aumento de la vida útil de las luminarias (control crepuscular y de presencia, reductores de flujo para eliminar sobretensiones, automatización de los encendidos, etc.).

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

1.9.4.6.2. Superficies iluminadas

Almacén

Clasificación UNE 12464-1: Área Común. Almacenes y cuarto de Almacén. Ref. 4.1.

4. SALAS DE ALMACENAMIENTO, ALMACENES FRÍOS			
Nº REF	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	$E_{m lux}$	UGR _L
4.1	ALMACENES Y CUARTO DE ALMACÉN	100	25
4.2	MANIPULACIÓN DE PAQUETES Y EXPEDICIÓN	300	25

Zona de Trabajo

Clasificación UNE 12464-1: Trabajo en uniones, encolado y montaje Ref. 20.4.

20. INDUSTRIA MADERERA Y SU TRATAMIENTO			
Nº REF	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	$E_{m lux}$	UGR _L
20.1	TRATAMIENTO AUTOMÁTICO	50	28
20.2	TRATAMIENTOS CON VAPOR	150	28
20.3	BASTIDOR DE ASERRADO	300	25
20.4	TRABAJO EN UNIONES, ENCOLADO, MONTAJE	300	25
20.5	PULIDO, PINTURA, ENSAMBLES FINOS	750	22
20.6	TRABAJO EN MÁQUINAS: TORNEADO, ESTRIADO, ENDEREZADO...	500	19
20.7	SELECCIÓN DE MADERAS DE PLACAS, MARQUETERÍA, INCRUSTACIÓN EN MADERA	750	22
20.8	CONTROL DE CALIDAD, INSPECCIÓN	1.000	19

Oficinas

Clasificación UNE 12464-1: Oficina. Escritura. Mostrador de Recepción. Ref. 1.6.

1. OFICINAS			
Nº REF	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	$E_{m lux}$	UGR _L
1.1	ARCHIVO, COPIAS, ETC.	300	19
1.2	ESCRITURA, ESCRITURA A MÁQUINA, LECTURA Y TRATAMIENTO DE DATOS	500	19
1.3	DIBUJO TÉCNICO	750	16
1.4	PUESTOS DE TRABAJO DE CAD	500	19
1.5	SALAS DE CONFERENCIAS Y REUNIONES	500	19
1.6	MOSTRADOR DE RECEPCIÓN	300	22
1.7	ARCHIVOS	200	25

Para el alumbrado de nuestra industria de carpintería hemos escogido las siguientes luminarias:

- BENITO 1107044 INCA Proyector con reflector de proyección y lira VSAP-T 70 W, para las zonas de Almacén de Materias Primas y el Almacén de Stock.
- SIMON 71050133-483 Downlight 710 Semi-empotrado WW WIDE FLOOD 1-10 Aluminio, para a las zonas de Oficinas, Vestuarios, Grupo SCI, Exposición y Almacén de Herrajes.
- BENITO 1210047 PROYECTOR CIRCULAR VSAP-O 100 W, para la zona de Taller y Cargadores de Carretillas elevadoras.

Obteniendo así los siguientes resultados en cuanto a la Iluminancia.

Dependencia	Iluminancia Exigida	Iluminancia Simulación
Almacén de M.Primas	100 lx	101 lx
Taller	Entre 300 k y 500 lx	463 lx
Sala Compresor	200 lx	276 lx
Sala de Carretillas	200 lx	373 lx
Sala Cuadro Eléctrico	200 lx	268 lx
Almacén de Stock	100 lx	100 lx
Almacén de Herrajes	100 lx	166 lx
Sala de SCI	200 lx	272 lx
Hall+ Pasillos	100 lx	197 lx
Oficinas	500 lx	502 lx
Oficina Dirección	500 lx	563 lx
Sala Juntas	500 lx	506 lx
Archivo	200 lx	285 lx
Vestuarios Hombres	200 lx	201 lx
Vestuarios Mujeres	200 lx	201 lx
Exposición	300 lx	312 lx

1.9.4.7. Alumbrado especial

La fábrica dispondrá, obligatoriamente, de alumbrado de emergencia que garantice un mínimo de iluminación en caso de fallo del alumbrado normal durante un periodo mínimo de 3 horas.

La instalación de este alumbrado cumplirá con todo lo exigido en el Código Técnico de la Edificación, en su documento de Seguridad contra Incendios:

- Iluminancia mínima de 1 lux en los recorridos de evacuación a nivel del suelo
- Presencia de luminarias de emergencia en todas las puertas

- Iluminancia mínima de 5 lux en las zonas donde haya elementos de protección contra incendios
- Uniformidad mínima de iluminación de 0,025 en cualquier punto del edificio

La luminaria escogida es Legrand Sagelux de 180 lm 7W.

Este nivel de iluminación será el suficiente como para permitir una correcta evacuación del edificio, así como permitir una correcta visualización de zonas como los cuadros eléctricos.

1.9.4.8. Puesta a Tierra

El edificio dispone de una red de puesta a tierra de 272 metros con un conductor de 35 mm² de cobre enterrado horizontalmente y que recorre perimetralmente el edificio.

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplen los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

1.9.4.8.1. Uniones a Tierra

1.9.4.8.1.1. Tomas de tierra.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

1.9.4.8.1.2. Conductores de tierra.

Como indica la ITC-18 de Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, la sección de los conductores de tierra al estar directamente enterrados, no están protegidos mecánicamente ni están protegidos contra la corrosión por lo que serán de conductores desnudos de cobre de 25 mm².

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

1.9.4.8.1.3. Bornes de puesta a tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

1.9.4.8.1.4. Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores fase (mm ²)	Sección conductores protección (mm ²)
Sf < 16	Sf
16 < Sf < 35	16
Sf > 35	Sf/2

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos
- conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

1.9.4.8.2. Conductores de Equipotencialidad

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm². Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm² si es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

1.9.4.8.3. Resistencia de las tomas de tierra

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

1.9.4.8.4. Tomas de Tierra independientes

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista.

1.9.4.8.5. Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones y las masas de un centro de transformación.

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación, para evitar que durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de transformación, las masas de la instalación de utilización puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas. Si no se hace el control de independencia indicando anteriormente (50 V), entre la puesta a tierra de las masas de las instalaciones de utilización respecto a la puesta a tierra de protección o masas del centro de transformación, se considerará que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- a) No exista canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona en donde se encuentran los aparatos de utilización.
- b) La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos igual a 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada (<100 ohmios.m). Cuando el terreno sea muy mal conductor, la distancia deberá ser calculada.
- c) El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

Sólo se podrán unir la puesta a tierra de la instalación de utilización (edificio) y la puesta a tierra de protección (masas) del centro de transformación, si el valor de la resistencia de puesta a tierra única es lo suficientemente baja para que se cumpla que en el caso de evacuar el máximo valor previsto de la corriente de defecto a tierra (I_d) en el centro de transformación, el valor de la tensión de defecto ($V_d = I_d \times R_t$) sea menor que la tensión de contacto máxima aplicada.

1.10. Centros de Transformación

1.10.1. Resumen de Características

1.10.1.1. Titular

Este Centro es propiedad de Universidad Politécnica de Cartagena.

1.10.1.2. Emplazamiento

El Centro se ubica en la Calle Polígono Industrial el Saladar II, 37B, C.P. 30564 Murcia.

1.10.1.3. Localidad

El Centro se halla ubicado en Lorquí (Murcia) y sus coordenadas geográficas son 38° 5'N, 1° 14' W.

1.10.1.4. Potencia Unitaria de cada Transformador y Potencia Total en kVA

Potencia del Transformador 1: 400 kVA

1.10.1.5. Tipo de Transformador

Refrigeración del transformador 1: éster biodegradable

1.10.1.6. Volumen Total en Litros de Dieléctrico

Volumen de dieléctrico transformador 1: 290 l

1.10.1.7. Presupuesto Total

Presupuesto Total: 81.733,50 €

1.10.2. Objeto del Proyecto

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

1.10.3. Reglamentación y Disposiciones Oficiales

Normas Generales

- **Real Decreto 223/2008**, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- **Real Decreto 337/2014**, de 9 de mayo, por el que se aprueban el **Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión**, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión**. Aprobado por Decreto 842/2002, de 02 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-2002.
- **Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT**. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de septiembre de 2002.
- **Autorización de Instalaciones Eléctricas**. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
- **Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional** y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-1994.
- **Real Decreto 1955/2000**, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).
- **Real Decreto 614/2001**, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- **Ley 24/2013** de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- **Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía**, Decreto de 12 Marzo de 1954 y **Real Decreto 1725/84** de 18 de Julio.
- **Real Decreto 2949/1982** de 15 de Octubre de Acometidas Eléctricas.
- **NTE-IEP**. Norma tecnológica de 24-03-1973, para **Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra**.
- Normas **UNE / IEC**.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Normas particulares de la compañía suministradora.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.
- **Ley 21/1992** de 16 de julio, de Industria.
- **Real Decreto 2819/1998** de 23 de diciembre, por el que se regula las actividades de transporte y distribución de energía eléctrica.
- **Ley 31/95** de Prevención de Riesgos Laborales.
- **Ley 54/2003** de 12 de Diciembre, de reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.

Normas particulares para la Comunidad Autónoma de Murcia:

- *Orden de 8 de marzo de 1996, de la Consejería de Industria, Trabajo y Turismo sobre mantenimiento de instalaciones eléctricas de Alta Tensión (BORM núm. 65, de 18 de marzo de 1996*
- *Orden de 19 de junio de 1996, de la Consejería de Industria, Trabajo y Turismo, por la que se modifica la Orden de 8 de marzo de 1996, de la misma Consejería, sobre mantenimiento de instalaciones eléctricas de alta tensión (BORM núm. 153, de 3 de julio de 1996*
- *Resolución de 16 de septiembre de 1996, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, estableciendo los criterios de interpretación de la Orden de 8 de marzo de 1996, de la Consejería de Industria, Trabajo y Turismo*
- *Orden de 25 de abril de 2001, de la Consejería de Tecnología, Industria, Trabajo y Turismo, por la que se establecen procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica de tensión superior a 1 kV*
- *Resolución de 5 de julio de 2001, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se desarrolla la Orden de 25 de abril de 2001, sobre procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica de tensión superior a 1kV*
- *Orden de 9 de septiembre de 2002 de la Consejería de Ciencia, Tecnología, Industria y Comercio por la que se adoptan medidas de normalización en la tramitación de expedientes en materia de Industria, Energía y Minas*
- *Resolución de 4 de noviembre de 2002, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se desarrolla la Orden de 9 de septiembre de 2002 de la Consejería de Ciencia, Tecnología, Industria y Comercio por la que se adoptan medidas de normalización en la tramitación de expedientes en materia de Industria, Energía y Minas*
- *Decreto 20/2003, de 21 de marzo, sobre criterios de actuación en materia de seguridad industrial y procedimientos para la puesta en servicio de instalaciones en el ámbito territorial de la Región de Murcia*
- *Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.*

- Normas y recomendaciones de diseño del edificio:

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

Centros de Transformación prefabricados.

- **NBE-X**

Normas básicas de la edificación.

- Normas y recomendaciones de diseño de aparamenta eléctrica:

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

Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de Alta Tensión.

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

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

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

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

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

Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

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

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

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

Combinados interruptor - fusible de corriente alterna para Alta Tensión.

- **CEI 60255-X-X** **UNE-EN 60255-X-X**

Relés eléctricos.

- **UNE-EN 60801-2**

Compatibilidad electromagnética para los equipos de medida y de control de los procesos industriales. Parte 2: Requisitos relativos a las descargas electrostáticas.

- Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:

- **CEI 60076-X**

Transformadores de Potencia.

- **UNE 21428-1-1**

Transformadores de Potencia.

· Reglamento (UE) N° 548/2014 de la Comisión de 21 de mayo de 2014 por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes (Ecodiseño)

1.10.4. Titular

Este Centro es propiedad de Universidad Politécnica de Cartagena.

1.10.5. Emplazamiento

El Centro se ubicada en Lorquí (Murcia) y sus coordenadas geográficas son 38° 5'N, 1° 14' W.

1.10.6. Características Generales del Centro de Transformación

El Centro de Transformación, tipo cliente, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, realizándose la medición de la misma en Media Tensión.

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

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

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

1.10.7. Programa de necesidades y potencia instalada en kVA

1.10.7.1. CENTRO DE ABONADO (CT-1, 2 Y 3)

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 400 V, con una potencia máxima simultánea de 271,615 kW para el CT1, 450 kW para el CT2, 500 kW para el CT3.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en cada Centro de Transformación será de 400 kVA.

1.10.7.2. CENTRO DE COMPAÑÍA (CT-CR-4)

Se trata de alimentar en baja tensión los Centro de Mando correspondiente al centro socio-cultural y los a los servicios auxiliares.

Previsión de potencia:

- Centro socio-cultural: 315,952 kW
- Servicios auxiliares: 35,513 kW

Potencia simultánea: Se estimará un coeficiente de simultaneidad de 0,6

Potencia demandada por el CMR: $(350/0'9) \times 0,6 = 233,33$ kVA

Para hacer frente a la potencia demandada y en aplicación del Reglamento sobre Acometidas Eléctricas, se instalará un Centro de Transformación prefabricado tipo caseta *pfu-5/20* de 400 KVA, según especificaciones de la empresa suministradora, incluyendo un Cuadro de Baja Tensión de cinco salidas para dar servicio a las instalaciones mencionadas anteriormente.

POTENCIA PREVISTA PARA EL CMR: 400 kVA

1.10.8. 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.

1.10.8.1. *Características de los Materiales*

Edificio de Transformación: *pfu-5/20*

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.

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

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

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

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

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

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.

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

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

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.

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.

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

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

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

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
Tipo de ventilación: Normal
Puertas de acceso peatón: 2 puertas

Dimensiones exteriores

Longitud: 6080 mm
Fondo: 2380 mm
Altura: 3045 mm
Altura vista: 2585 mm
Peso: 17460 kg

Dimensiones interiores

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

Dimensiones de la excavación

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

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

1.10.8.2. Instalación Eléctrica

1.10.8.2.1. 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.

1.10.8.2.2. Características de la Aparata de Media Tensión

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

Celdas: *cgmcosmos*

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

- Construcción:

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

3 Divisores capacitivos de 24 kV.

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

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

-Seguridad:

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

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

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

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

Grados de Protección:

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

- Conexión de cables

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

- Enclavamientos

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

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

- Características eléctricas

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

Tensión nominal 24 kV

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

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

Impulso tipo rayo

a tierra y entre fases	125 kV
a la distancia de seccionamiento	145 Kv

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

1.10.8.2.3. Características Descriptivas de la Aparamenta MT y Transformadores

1.10.8.2.3.1. CENTRO DE ABONADO (CT-1, 2 Y 3)

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

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

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

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
 - Intensidad asignada: 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
 - Clasificación IAC: AFL
- ##### - Características físicas:
- Ancho: 365 mm
 - Fondo: 735 mm
 - Alto: 1740 mm
 - Peso: 95 kg

- Otras características constructivas:

- Mecanismo de maniobra interruptor: motorizado tipo BM

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

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

La celda **cgmcosmos-I** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un

interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos **ekor.vpis** para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor.sas**.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada: 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
- Clasificación IAC: AFL

- Características físicas:

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

- Otras características constructivas

- Mando interruptor: motorizado tipo BM

Seccionamiento Compañía: **cgmcosmos-p Protección fusibles**

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

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

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
- Intensidad asignada en la derivación: 200 A
- Intensidad fusibles: 3x25 A

- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento
 - Frecuencia industrial (1 min)
 - a tierra y entre fases: 50 kV
 - Impulso tipo rayo
 - a tierra y entre fases (cresta): 125 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte
 - Corriente principalmente activa: 400 A
- Clasificación IAC: AFL
- Características físicas:
 - Ancho: 470 mm
 - Fondo: 735 mm
 - Alto: 1740 mm
 - Peso: 140 kg
- Otras características constructivas:
 - Mecanismo de maniobra posición con fusibles: manual tipo BR
 - Combinación interruptor-fusibles: combinados

Remonte a Protección General: ***cgmcosmos-l Interruptor-seccionador***

- Características eléctricas:
 - Tensión asignada: 24 kV
 - Clasificación IAC: AFL
- Características físicas:
 - Ancho: 365 mm
 - Fondo: 1740 mm
 - Alto: 735 mm
 - Peso: 95 kg

Protección General: ***cgmcosmos-p Protección fusibles***

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

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

esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
- Intensidad asignada en la derivación: 200 A
- Intensidad fusibles: 3x25 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA

- Nivel de aislamiento
 - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV
 - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte
 - Corriente principalmente activa: 400 A
- Clasificación IAC: AFL

- Características físicas:

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

- Otras características constructivas:

- Mando posición con fusibles: manual tipo BR
- Combinación interruptor-fusibles: combinados
- Relé de protección: ekor.rpt-2001B

Medida: *cgmcosmos-m Medida*

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

La celda **cgmcosmos-m** de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía.

Por su constitución, esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo (tensión e intensidad), normalizados en las distintas compañías suministradoras de electricidad.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos indirectos y permiten el sellado de la misma, para garantizar la no manipulación de las conexiones.

- Características eléctricas:
- Tensión asignada: 24 kV
- Clasificación IAC: AFL

- Características físicas:

- Ancho: 800 mm
- Fondo: 1025 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 165 kg

- Otras características constructivas:

- Transformadores de medida: 3 TT y 3 TI

De aislamiento seco y construido atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características:

* Transformadores de tensión

Relación de transformación: 22000/V3-110/V3 V

Sobretensión admisible en permanencia: 1,2 Un en permanencia y 1,9 Un durante 8 horas

Medida

Potencia: 25 VA

Clase de precisión: 0,2

* Transformadores de intensidad

Relación de transformación: 5 - 10/5 A

Intensidad térmica: 80 In (mín. 5 kA)

Sobreint. admisible en permanencia: $F_s \leq 5$

Medida

Potencia: 15 VA

Clase de precisión: 0,2 s

Transformador 1: *transforma.organic 24 kV*

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca ORMAZABAL, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural éster biodegradable, 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
- Sistema de recogida de posibles derrames de acuerdo a ITC-RAT 14, apartado 5.1 a).

1.10.8.2.3.2. CENTRO DE COMPAÑÍA (CR-CT-1)

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

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

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

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada: 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
- Clasificación IAC: AFL
- Características físicas:
 - Ancho: 365 mm
 - Fondo: 735 mm
 - Alto: 1740 mm
 - Peso: 95 kg
- Otras características constructivas:
 - Mecanismo de maniobra interruptor: motorizado tipo BM

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

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

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

- Características eléctricas:
 - Tensión asignada: 24 kV
 - Intensidad asignada: 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
 - Clasificación IAC: AFL
- Características físicas:
 - Ancho: 365 mm
 - Fondo: 735 mm
 - Alto: 1740 mm
 - Peso: 95 kg
- Otras características constructivas
 - Mando interruptor: motorizado tipo BM

cgmcosmos-ip Celda interruptor pasante

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

La celda cgmcosmos-ip de interruptor pasante está constituida por un modulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite efectuar el corte en el embarrado del transformador para dejar sin servicio a este y poder seguir alimentando el resto de la instalación.

Esta celda se unirá mecánicamente a las adyacentes para evitar el acceso a los cables.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad nominal en barras e interconexión celdas: 400/630 A
- Frecuencia asignada: 50/60 Hz
- Tensión nominal soportada a frecuencia industrial durante 1 min.:
- A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto: 70 kV
- A la distancia de seccionamiento: 80 kV

- Tensión soportada a impulso de tipo rayo:
- A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto: 170 kV
- A la distancia de seccionamiento: 195 kV
- Interruptor s/IEC 60265-1
- Intensidad de corta duración (circuito principal)
- Valor eficaz 1 s: 16/20 kA

- Valor de pico 40/50 kA
- Poder de corte de corriente principalmente activa 400/630 A
- Poder de corte cables en vacío 50 A
- Poder de corte bucle cerrado 400/630 A
- Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico) 40/50kA
- Categoría de interruptor s/IEC 60265-1
- Endurancia Mecánica (maniobras - clase) 1000 - M1 (Manual)
- No de cierres contra cortocircuito (maniobras - clase) 5000 – M2 (Motorizado)

- Características físicas:

- Ancho: 418 mm
- Fondo: 845 mm
- Alto: 1745 mm
- Peso: 135 kg

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

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

La celda **cgmcosmos-1** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos **ekor.vpis** para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor.sas**.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada: 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
- Clasificación IAC: AFL
- Características físicas:
 - Ancho: 365 mm
 - Fondo: 735 mm
 - Alto: 1740 mm
 - Peso: 95 kg

- Otras características constructivas:
- Mecanismo de maniobra interruptor: motorizado tipo BM

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

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

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

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada: 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
- Clasificación IAC: AFL

- Características físicas:

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

- Otras características constructivas

- Mando interruptor: motorizado tipo BM

Protección General: ***cgmcosmos-p Protección fusibles***

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

La celda **cgmcosmos-p** de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor.sas**, que suena cuando habiendo tensión en la

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

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
- Intensidad asignada en la derivación: 200 A
- Intensidad fusibles: 3x25 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA

- Nivel de aislamiento
 - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV
 - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte
 - Corriente principalmente activa: 400 A
- Clasificación IAC: AFL

- Características físicas:

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

- Otras características constructivas:
 - Mando posición con fusibles: manual tipo BR
 - Combinación interruptor-fusibles: combinados
 - Relé de protección: ekor.rpt-2001B

Transformador 1: *transforma.organic 24 kV*

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca ORMAZABAL, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural éster biodegradable, 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
- Sistema de recogida de posibles derrames de acuerdo a ITC-RAT 14, apartado 5.1 a).

1.10.8.3. Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión

Cuadros BT - B2 Transformador 1: **Interruptor en carga + Fusibles**

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

El cuadro tiene las siguientes características:

- Interruptor manual de corte en carga de 630 A.
- 1 Salida formadas por bases portafusibles.
- Interruptor diferencial bipolar de 25 A, 30 mA.
- Base portafusible de 32 A y cartucho portafusible de 20 A.
- Base enchufe bipolar con toma de tierra de 16 A/ 250 V.
- Bornas (alimentación a alumbrado) y pequeño material.

- Características eléctricas

- Tensión asignada: 440 V
- Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial	(1 min)
a tierra y entre fases:	10 kV
entre fases:	2,5 kV
Impulso tipo rayo:	
a tierra y entre fases:	20 kV

- Dimensiones:

Altura: 1820 mm
Anchura: 580 mm
Fondo: 300 mm

1.10.8.3.1. Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión

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

- Interconexiones de MT:

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

Cables MT 12/20 kV del tipo HEPRZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al. 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 cono difusor y modelo OTK 224.

- Interconexiones de BT:

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

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro.

- Defensa de transformadores:

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

Protección metálica para defensa del transformador.

Cerradura enclavada con la celda de protección correspondiente.

- 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.

1.10.8.4. Medida de la energía eléctrica

El conjunto consta de un contador tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.

1.10.8.5. Unidades de protección, automatismo y control

Unidad de Control Integrado: ***ekor.rci***

Unidad de control integrado para la supervisión y control función de línea, compuesta de un relé electrónico y sensores de intensidad. Totalmente comunicable, dialoga con la unidad remota para las funciones de telecontrol y dispone de capacidad de mando local.

Procesan las medidas de intensidad y tensión, sin necesidad de convertidores auxiliares, eliminando la influencia de fenómenos transitorios, y calculan las magnitudes necesarias para realizar las funciones de detección de sobreintensidad, presencia y ausencia de tensión, paso de falta direccional o no, etc. Al mismo tiempo determinan los valores eficaces de la intensidad que informan del valor instantáneo de dichos parámetros de la instalación. Disponen de display y teclado para visualizar, ajustar y operar de manera local la unidad, así como puertos de comunicación para poderlo hacer también mediante un ordenador, bien sea de forma local o remota. Los protocolos de comunicación estándar que se implementan en todos los equipos son MODBUS en modo transmisión RTU (binario) y PROCOME, pudiéndose implementar otros protocolos específicos dependiendo de la aplicación.

Características

Funciones de Detección

- Detección de faltas fase - fase (curva TD) desde 5 A a 1200 A
- Detección de faltas fase - tierra (curva NI, EI, MI y TD) desde 0,5 A a 480 A
- Asociado a la presencia de tensión
- Filtrado digital de las intensidades magnetizantes
- Curva de tierra: inversa, muy inversa y extremadamente inversa
- Detección Ultra-sensible de defectos fase-tierra desde 0,5 A

Presencia / Ausencia de Tensión

- Acoplo capacitivo (pasatapas)
- Medición en todas las fases L1, L2, L3
- Tensión de la propia línea (no de BT)

Paso de Falta / Seccionalizador Automático

Intensidades Capacitivas y Magnetizantes

Control del Interruptor

- Estado interruptor-seccionador
- Maniobra interruptor-seccionador
- Estado seccionador de puesta a tierra
- Error de interruptor

Detección Direccional de Neutro

- Otras características:

Ith/Idin = 20 kA /50 kA

Temperatura = -10 °C a 60 °C

Frecuencia = 50 Hz; 60 Hz \pm 1 %

Comunicaciones: Protocolo MODBUS (RTU)/PROCOME

- Ensayos:
 - De aislamiento según 60255-5
 - De compatibilidad electromagnética según CEI 60255-22-X, CEI 61000-4-X y EN 50081-2/55011
 - Climáticos según CEI 60068-2-X
 - Mecánicos según CEI 60255-21-X
 - De potencia según CEI 60265 y CEI 60056

Este producto cumple con la directiva de la Unión Europea sobre compatibilidad electromagnética 2004/108/CE, y con la normativa internacional IEC 60255. La unidad ekorRCI ha sido diseñada y fabricada para su uso en zonas industriales acorde a las normas de CEM. Esta conformidad es resultado de un ensayo realizado según el artículo 10 de la directiva, y recogido en el protocolo CE-26/08-07-EE-1.

Unidad de Protección: *ekor.rpt*

Unidad digital de protección desarrollada para su aplicación en la función de protección de transformadores. Aporta a la protección de fusibles protección contra sobrecargas y defectos fase-tierra de bajo valor. Es autoalimentado a partir de 5 A a través de transformadores de intensidad toroidales, comunicable y configurable por software con histórico de disparos.

- Características:

Rango de potencias: 50 kVA - 2500 kVA

Funciones de Protección:

Sobreintensidad

Fases (3 x 50/51)

Neutro (50N / 51N)

Neutro Sensible (50Ns / 51Ns)

Disparo exterior: Función de protección (49T)

Detección de faltas a tierra desde 0,5 A

Bloqueo de disparo interruptor: 1200 A y 300 A

Evita fusiones no seguras de fusibles (zona I3)

Posibilidad de pruebas por primario y secundario

Configurable por software (RS-232) y comunicable (RS-485)

Histórico de disparos

Medidas de intensidad: I1, I2, I3 e Io

Opcional con control integrado (alimentación auxiliar)

- Elementos:

·Relé electrónico que dispone en su carátula frontal de teclas y display digital para realizar el ajuste y visualizar los parámetros de protección, medida y control. Para la comunicación dispone de un puerto frontal RS232 y en la parte trasera un puerto RS485 (5 kV).

·Los sensores de intensidad son transformadores toroidales que tienen una relación de 300 A / 1 A. Para la opción de protección homopolar ultrasensible se coloca un toroidal adicional que abarca las tres fases. En el caso de que el equipo sea autoalimentado (desde 5 A por fase) se debe colocar 1 sensor adicional por fase.

.

·La tarjeta de de alimentación acondiciona la señal de los transformadores de autoalimentación y la convierte en una señal de CC para alimentar el relé de forma segura. Dispone de una entrada de 230 Vca para alimentación auxiliar exterior con un nivel de aislamiento de 10 kV.

.

·El disparador biestable es un actuador electromecánico de bajo consumo integrado en el mecanismo de maniobra del interruptor.

.

- Otras características:

·Ith/Idin = 20 kA /50 kA

·Temperatura = -10 °C a 60 °C

·Frecuencia = 50 Hz; 60 Hz \pm 1 %

·Ensayos: - De aislamiento según 60255-5

- De compatibilidad electromagnética según CEI 60255-22-X, CEI 61000-4-X y EN 50081-2/55011

- Climáticos según CEI 60068-2-X

- Mecánicos según CEI 60255-21-X
- De potencia según CEI 60265 y CEI 60056

Así mismo este producto cumple con la directiva de la Unión Europea sobre compatibilidad electromagnética 89/336/EEC y con la CEI 60255. Esta conformidad es resultado de un ensayo realizado según el artículo 10 de la directiva, y recogido en el protocolo B131-01-69-EE acorde a las normas genéricas EN 50081 y EN 50082.

Armario sobre celda STAR Iberdrola

Armario de control de dimensiones adecuadas, conteniendo en su interior debidamente montados y conexiónados los siguientes aparatos y materiales:

1 Unidad remota de telemando (RTU) **ekor.ccp** para comunicación con la unidad de control integrado **ekor.rci** que incluye la siguiente funcionalidad:

Señalización y mando de la primera celda de línea

- Maniobra e indicación de interruptor
- Indicación del estado del seccionador de tierra
- Indicación de paso de falta de fases y tierra
- Indicación de presencia de tensión en cada fase
- Medidas de intensidad de cada fase y residual

Señalización y mando adicional

- Maniobra e indicación del interruptor de la segunda celda de línea.
- Indicación de interruptor de la celda de transformador.
- Alarmas de batería baja, fallo cargador y falto Vca.
- Local/Telemando.
- Posibilidad de indicación de presencia de personal.
- Otras alarmas generales de la instalación (agua, humos, etc.).

Comunicaciones

- Protocolo de comunicaciones IEC 60870-5-104.
- Servidor WEB s/ norma Iberdrola NI 30.60.01 y Guía Técnica para RTUs MT.
- 1 Unidad de control integrado **ekor.rci** con funciones de paso de falta, indicación de presencia de tensión, medidas (V, I, P, Q), señalización y mando de la celda.
- 1 Equipo cargador-batería **ekor.bat** protegido contra cortocircuitos s/ especificación y baterías de Pb de vida mínima de 15 años y 13 Ah a 48 Vcc.
- 1 Interruptor automático magnetotérmico unipolar para protección de los equipos de control del armario, del armario común STAR y del armario de comunicaciones.
- 1 Interruptor automático magnetotérmico unipolar con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC) para protección de los equipos de control y mando de las celdas.
- 1 Maneta Local / Telemando.
- s/ Bornas, accesorios y pequeño material.

Armario de Comunicaciones adicional ACOM-I-GPRS

Armario de comunicaciones (ACOM), según especificación Iberdrola, con unas dimensiones totales máximas de 310 x 400 x 200 mm (Alto x Ancho x Fondo). La envolvente exterior, de plástico libre de halógenos, debe mantener una protección mecánica de grado IP32D s/ UNE 20324.

Compuesto por un único compartimento independiente y con tapa desmontable para un correcto acceso a su interior en zonas con espacio reducido. Se debe poder observar el estado de los equipos sin necesidad de acceder a su interior.

Debe permitir una óptima operación sobre sus elementos en cualquier circunstancia. Todos los elementos estarán referidos a tierra de protección y por lo tanto se debe poder acceder directamente para operaciones de mantenimiento, configuración, etc.

El armario debe disponer de ventilación no forzada mediante aireadores laterales para una correcta circulación del aire y del calor generado por los diferentes equipos.

La entrada al armario es directa mediante prensaestopas sin necesidad de conector externo. Para simplificar la conexión de media tensión por parte del operario, se instalará un dispositivo de conexión con dos bornes para la alimentación y conector Ethernet hembra apantallado. De esta forma el instalador únicamente deberá instalar una manguera Ethernet prefabricada y los hilos de alimentación entre la aparamenta y el armario ACOM.

1.10.8.6. Puesta a tierra

1.10.8.6.1. 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

1.10.8.6.2. 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.

1.10.8.7. 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.

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

1.10.9. Limitación de campos magnéticos

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

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

- Inferior a 100 μ T para el público en general

- Inferior a 500 μ T para los trabajadores (medido a 200mm de la zona de operación)

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

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

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

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

2. Cálculos justificativos

2.1. Cálculo red de media tensión

2.1.1. Centros de Transformación

Cálculo de la potencia solicitada en BT según MT 2.03.20 de Iberdrola:

$$P_{CT} \text{ (kVA) en viviendas} = \frac{\sum P_s(kW) \times 0,4}{0,9}$$

$$P_{CT} \text{ (kVA) en comercios} = \frac{\sum P_s(kW) \times 0,6}{0,9}$$

$$P_{CT} \text{ (kVA) en oficinas} = \frac{\sum P_s(kW) \times 0,6}{0,9}$$

$$P_{CT} \text{ (kVA) en industrias} = \frac{\sum P_s(kW) \times 0,5}{0,9}$$

Centro de Transformación 1

$$P_{CT1} = \frac{271,615 \cdot 0,5}{0,9} = 150,897 \text{ KVA} \rightarrow 250 \text{ KVA}$$

Se tiene en cuenta que de acuerdo con el proceso el factor de simultaneidad resultante es superior al indicado por la instrucción correspondiente a Iberdrola por industrias, y al ser un transformador de abonado y no de compañía aumentamos la potencia para mayor capacidad de transformación. Y seleccionamos un transformador de 400KVA.

Centro de Transformación 2

$$P_{CT2} = \frac{450 \cdot 0,5}{0,9} = 250 \text{ KVA} \rightarrow 400 \text{ KVA}$$

Centro de Transformación 3

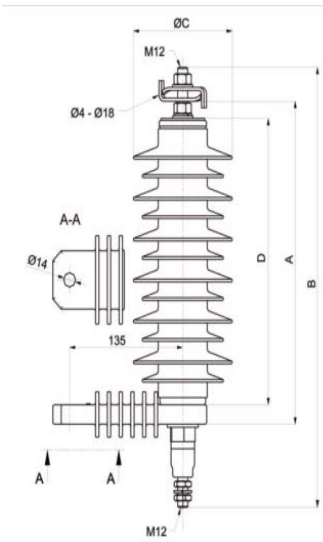
$$P_{CT3} = \frac{500 \cdot 0,5}{0,9} = 277,778 \text{ KVA} \rightarrow 400 \text{ KVA}$$

Centro de Reparto y Transformación de baja tensión

$$P_{CR} = \frac{350 \cdot 0,6}{0,9} = 233,33 \text{ KVA} \rightarrow 250 \text{ KVA}$$

Puesto que los valores resultantes de la operación quedan muy próximos a la capacidad del transformador se opta por escoger un transformador con mayor capacidad, por lo tanto pasará a ser un transformador de 400KVA.

2.1.2. Entronque A/S



Dimensiones de pararrayos INZP
Dimensions for arresters INZP
Dimensions des parafondres INZP

Tipos Types Type	Ur (kV)	Dimensiones Dimensions Dimensions mm.				Línea de fuga Creepage distance Ligne de fuite mm.	Envolvente Housing Envelope
		A	B	C	D		
INZP 0310	3						
INZP 0610	6	178	285	109	141	450	L
INZP 0910	9						
INZP1210	12						
INZP1510	15	219	326	106	186	462	P
INZP1810	18						
INZP2110	21						
INZP2410	24	256	363	106	219	603	M
INZP2710	27						
INZP3010	30						
INZP3310	33	317	424	115	280	795	N
INZP3610	36						
INZP3910	39						
INZP4210	42	361	468	115	324	980	Z
INZP4510	45						
INZP4810	48						
		463	570	106	426	1135	X

2.1.2.1. Línea de fuga

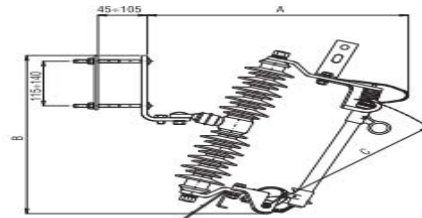
Consideramos las condiciones más desfavorables
 Nivel de aislamiento fuerte (III)= 25 mm/kV
 Número de aisladores= 1 aislador
 Tensión más elevada= 24 kV

$$\text{Línea de fuga} = \frac{na \cdot U^+}{n^{\circ}\text{aisladores}} = \frac{25 \cdot 24}{1} = 600 \text{ mm}$$

2.1.2.2. Aparamenta

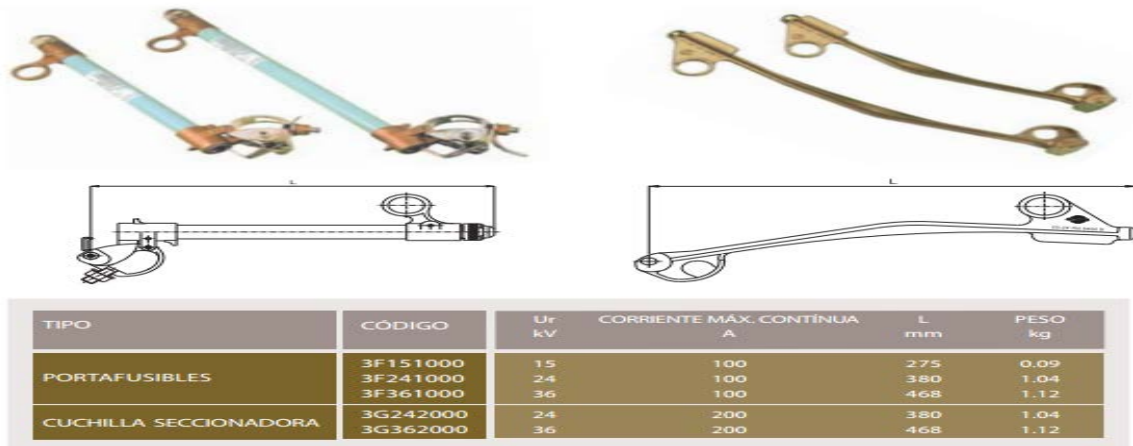
Escogemos la aparamenta del catálogo de INAEL:

A-1200-P/24



DIMENSIONES		Ur kV	LÍNEA DE FUGA mm.	DIMENSIONES mm.			PESO kg
TIPO	CÓDIGO			A	B	C	
A-1200-P/24	3AP241000	24	575	465	500	380	8
A-1000-VP	3AVP1500	15	360	525	390	275	7,8
A-1200-VP/24	3AVP2400	24	755	615	490	380	8,4
A-1200-VP/36	3AVP3600	36	826	690	540	468	9

■ PORTAFUSIBLES Y CUCHILLA SECCIONADORA



2.1.2.3.2.1.2.3. Cruceta

Al no haber especificaciones, la cruceta seleccionada es la Cruceta recta RCx-T del proyecto tipo de Iberdrola.



2.1.2.4. Terminales de conexión

Se escogen conectores separables rectos para los transformadores, de tensión nominal 24 kV, para una sección de conductor de 150 mm².

2.1.3. LSMT Acometida - Centro de Reparto

2.1.3.1. Previsión de potencia

Las necesidades de potencia responden a la demanda de los 5 centros de transformación proyectados de acuerdo con sus necesidades.

CT N°	S (KVA)
CR-CTBT	400
CT1	400
CT2	400
CT3	400

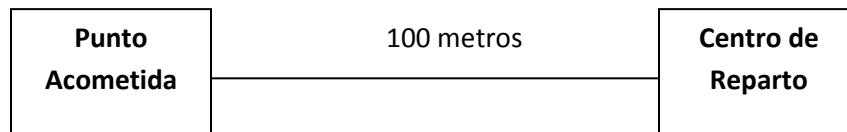
El centro de reparto realiza las funciones de maniobra y reparto de anillos de baja tensión. Por tanto la potencia total será:

$$400+400+400= 1200 \text{ kVA}$$

2.1.3.2. Determinación de la sección del conductor

Para la acometida, al no aparecer en el plano, la vamos a calcular suponiendo que está a unos 100 metros del centro de reparto.

El circuito equivalente quedaría del siguiente modo:



La intensidad de corriente sería:

$$I = \frac{1200}{\sqrt{3} \cdot 30} = 23,09 \text{ A}$$

A estos valores orientativos se deberán aplicar los coeficientes de corrección, según lo especificados en la ITC- LAT-06.

Tenemos en cuenta que la instalación se hará en conductor directamente enterrado, aunque en los cruzamientos con carreteras no se permite el conductor directamente enterrado, si no que se hará bajo, según lo establecido en la MT 2.31.01, así que optaremos por realizar los cálculos como si se tratara el conductor directamente enterrado, ya que su distancia es muy superior a la que se va a realizar bajo tubo.

A partir de esta intensidad tenemos que seleccionar la sección adecuada para esta intensidad. Esta sección se obtiene a partir de la tabla extraída del proyecto tipo de línea subterránea de AT hasta 30 kV de Iberdrola en la MT 2.31.01.

Sección nominal de los conductores mm ²	Tipo de aislamiento seco	
	XLPE	HEPR
150	260	275
240	345	365
400	445	470

*Bajo las siguientes condiciones:

Temperatura del terreno en °C 25

Resistencia térmica del terreno 1,5 Km/W

Profundidad de soterramiento en m 1

Como usamos conductores con AL EPROTENAX H COMPACT con aislamiento de polietileno reticulado elegimos HEPR.

Para una sección del conductor de 150 mm², con HEPR, tendremos según la tabla una intensidad admisible de 275 A, se puede comprobar cómo multiplicando por el factor de corrección. Con nuestras condiciones, y al no haber agrupamiento de conductores, nuestro factor de corrección es 1.

$$275 \times 1 = 275 A > 23,09 A \text{ VÁLIDO}$$

Por tanto, la rama estará constituida por 3x150 mm² Al.

2.1.3.3. Cálculo de la caída de tensión

La expresión de la caída de tensión es la siguiente

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

I= Intensidad

L= Longitud (metros)

Cos $\phi = 0.9$

Sen $\phi = 0.435$

Tipo constructivo	Tensión Nominal kV	Sección Conductor mm ²	Sección pantalla mm ²
HEPRZI	12/20	150	16
		240	16
		400	16
RHZI	18/30	150	25
		240	25
		400	25

La caída de tensión sería:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 23,09 \cdot 0,1 \cdot (0,277 \cdot 0,9 + 0,112 \cdot 0,435) = 1,19 V$$

$$\Delta U\% = \frac{1,19}{20000} \cdot 100 = 0,01\% < 5\% \text{ VÁLIDO}$$

2.1.3.4. Cortocircuito

Según la siguiente tabla del ITC-LAT-06 para conductores de aluminio:

Tipo de aislamiento	$\Delta\theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, t_{cc} , en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC: sección ≤ 300 mm ² sección > 300 mm ²	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR $U_0/U \leq 18/30$ kV	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

Para un conductor HEPR cuya K= 145, la densidad de corriente máxima admisible es para un tiempo de cortocircuito de 0,5s son 126 A/ mm².

La potencia de cortocircuito máxima según IBERDROLA es 350 MVA.

$$I_{cc} = \frac{350}{\sqrt{3} \cdot 20} = 10,1 \text{ kA}$$

Siendo la densidad de corriente:

$$\delta = \frac{10100}{150} = 67,33 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2} < 126 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2} \text{ VÁLIDO}$$

2.1.3.5. Otras características

2.1.3.5.1. Capacidad de transporte de la línea

$$\delta = \frac{U^2}{100 \cdot (R + X \cdot \tan\phi)} \cdot \% \Delta U_{max} = \frac{20^2}{100 \cdot (0,277 + 0,112 \cdot \tan\phi)} \cdot 5 = 60,398 \text{ MW} \cdot L$$

2.1.3.5.2. Potencia máxima de transporte

$$P = \frac{PL}{L} = \frac{60,385}{0,1} = 603,98 \text{ MW}$$

2.1.3.6. Tabla de resultado de los cálculos

LMST ACOMETIDA – CENTRO DE REPARTO	
Tipo de conductor	HPER 12/20 KV 3(1×150 mm ²) Al
Intensidad de corriente	23,09 A
Resistencia	0,277 Ω/km
Reactancia	0,112 Ω/km
Longitud	100 m
Caída de tensión	2,04
% Caída de tensión	0,01%
Capacidad de transporte	60,398 MW.L
Intensidad adm. Cortocircuito	10,10 kA (t=5 seg)

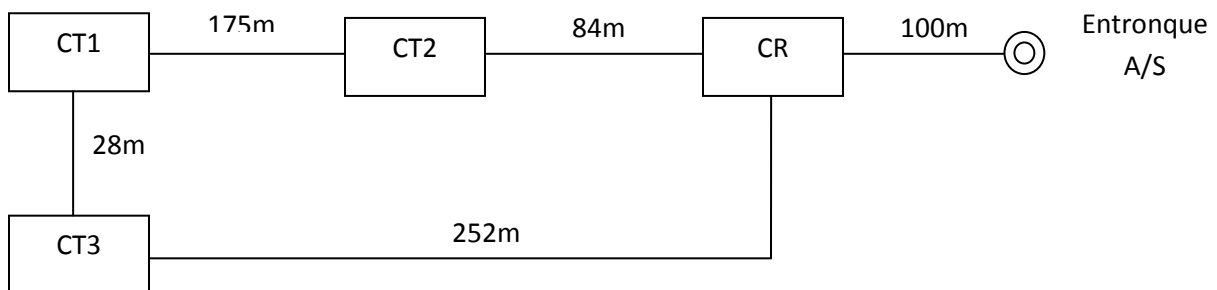
2.1.3.7. Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, Raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación o reducción.

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.

2.1.4. Anillo de media tensión

La línea de media tensión alimentará a los centros de transformación, tal como podemos observa en el plano 10, dispuestos en la siguiente configuración en anillo desde el centro de reparto.



2.1.4.1. Determinación de la sección del conductor

$$I_{CT1} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 20} = 11,54 \text{ A}$$

$$\cos^{-1}(0.9) = -25,84^\circ \text{ (Inductiva)}$$

$$I_{CT1} = 11,54_{-25,85^\circ} A = I_{CT2} = I_{CT3}$$

$$\sum I = I_{CT1} + I_{CT2} + I_{CT3} = 34,62_{-25,84} A$$

Seleccionamos la sección adecuada para esta intensidad a partir del proyecto tipo de Iberdrola para línea subterránea de AT hasta 30 kV en la MT 2.31.01.

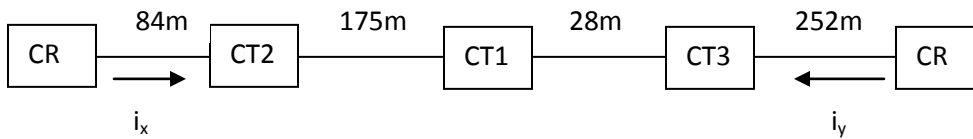
Sección nominal de los conductores mm ²	Tipo de aislamiento seco	
	XLPE	HEPR
150	260	275
240	345	365
400	445	470

Como usamos conductores con AL EPROTENAX H COMPACT con aislamiento de polietileno reticulado elegimos HEPR.

Para una sección del conductor de 150 mm², con HEPR, tendremos según la tabla una intensidad admisible de 275 A, se puede comprobar cómo multiplicando por el factor de corrección. Con nuestras condiciones, y al no haber agrupamiento de conductores, nuestro factor de corrección es 1.

$$275 \times 1 = 275 A > 34,62 A \text{ Válido}$$

La sección del conductor será 3x150 mm² Al.



1. Determinación de iy e ix.

$$i_y = \frac{\sum(Z \times I)_0}{Z_T}$$

$$i_x = \sum I - i_y$$

Características cables con aislamiento de etileno propileno alto modulo (HEPR)

Sección mm ²	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. a 105°C Ω /km	Reactancia por fase Ω /km	Capacidad μ F/km
150	12/20	0,277	0,112	0,368
240		0,169	0,105	0,453
400		0,107	0,098	0,536
50	18/30	0,277	0,121	0,266
240		0,169	0,113	0,338
400		0,107	0,106	0,401

$$Z = (0,277 - j0,112) \Omega / km$$

$$Z_{CR-CT2} = (0,277 - j0,112) \Omega / km \cdot 0,084 km = (0,023 + j0,009)$$

$$Z_{CR-CT1} = (0,277 - j0,112) \Omega / km \cdot 0,259 km = (0,071 + j0,029)$$

$$Z_{CR-CT3} = (0,277 - j0,112) \Omega / km \cdot 0,287 km = (0,079 + j0,032)$$

$$Z_T = (0,277 - j0,112) \Omega / km \cdot 0,539 km = (0,149 + j0,06)$$

$$I_{CT1} = I_{CT2} = I_{CT3} = 11,54_{-25,84^\circ} A$$

$$i_y = \frac{Z_{CR-CT2} \times I_{CT1} + Z_{CR-CT1} \times I_{CT1} + Z_{CR-CT3} \times I_{CT3}}{Z_T}$$

$$i_y = 9,53 - j3,51 A$$

$$i_x = \sum I - i_y = (27,27 - j13,2) - (9,53 - j3,51) = 17,74 - j9,69 A$$

2. Localización del punto de mínima tensión

$$I_{CT2-CT1} = i_x - I_{CT2} = (17,74 - j9,69) - (10,38 - j4,97) = 7,36 - j4,72 A$$

$$I_{CT1-CT} = I_{CT2-CT1} - I_{CT1} = (7,36 - j4,72) - (6,49 - j3,14) = 0,87 - j1,58 A$$

2.1.4.2. Cálculo de la caída de tensión

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot Z \cdot I$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot [(Z_{CR-CT3} \cdot i_y) + (Z_{CT3-CT1} \cdot I_{CT3}) + (Z_{CT1-CT2} \cdot I_{CT1})]$$

$$\Delta U = 2,3 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \frac{2,33}{20000} \cdot 100 = 0,0115 < 5\% \text{ Válido}$$

2.1.4.3. Cortocircuito

Según la siguiente tabla del ITC-LAT-06 para conductores de aluminio:

Tipo de aislamiento	$\Delta\theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, t_{cc} , en segundos										
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
PVC:												
sección $\leq 300 \text{ mm}^2$	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43	
sección $> 300 \text{ mm}^2$	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39	
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54	
HEPR $U_0/U \leq 18/30 \text{ kV}$	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51	

Para un conductor HEPR cuya $K = 145$, la densidad de corriente máxima admisible es para un tiempo de cortocircuito de 0,5s son 126 A/mm^2 .

La potencia de cortocircuito máxima según IBERDROLA es 350 MVA

$$I_{cc} = \frac{350}{\sqrt{3} \cdot 20} = 10,10 \text{ kA}$$

Siendo la densidad de corriente:

$$\delta = \frac{10100}{150} = 67,33 \text{ A/mm}^2 < 126 \text{ A/mm}^2 \text{ Válido}$$

2.1.4.4. Otras características

2.1.4.4.1. Capacidad de transporte de la línea

$$PL = \frac{U^2}{100 \cdot (R + X \cdot \tan\phi)} \cdot \%U_{max} = \frac{20^2}{100 \cdot (0,277 + 0,112 \cdot \tan\phi)} \cdot 5 = 60,398 \text{ MW} \cdot L$$

2.1.4.4.2. Potencia máxima de transporte

$$P = \frac{PL}{L} = \frac{60,398}{0,51} = 118,427 \text{ MW}$$

2.1.4.5. Tabla de resultado de los cálculos

LSMT ACOMETIDA- CENTRO DE REPARTO	
Tipo de conductor	HEPR 12/20 Kv 3(1×150mm ²) Al
Intensidad de corriente	23,09 A
Resistencia	0,277 Ω/km
Reactancia	0,112 Ω/km
Longitud	539 m
Caída de tensión	2,33
% Caída de tensión	0,01%
Capacidad de transporte	60,398 MW×L
Intensidad adm. Cortocircuito	10.10 A (t=5 seg)

2.2. Centros de Transformación

El diseño de distribución de energía en el conjunto de las instalaciones se establecerá de acuerdo con:

- 1 Ud. Centro de Reparto y Transformación
- 3 Ud. Centro de Transformación de abonado.

El transformador a instalar a cada uno de los centros corresponde a una máquina con una potencia nominal de 400 KVA, es decir el total de máquinas con las mismas características serán de 4 unidades iguales.

2.2.1. Intensidad de Media Tensión

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

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

donde:

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

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

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 400 kVA.

· $I_p = 11,5 \text{ A}$

2.2.2. Intensidad de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 400 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

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

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

donde:

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

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

· $I_s = 549,9 \text{ A}$.

2.2.3. Cortocircuitos

2.2.3.1. Observaciones

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

2.2.3.2. Cálculo de las intensidades de cortocircuito

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

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

donde:

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

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

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

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

donde:

P potencia de transformador [kVA]
 E_{cc} tensión de cortocircuito del transformador [%]
 U_s tensión en el secundario [V]
 I_{ccs} corriente de cortocircuito [kA]

2.2.3.3. Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es:

- $I_{ccp} = 10,1 \text{ kA}$

2.2.3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 400 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

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

- $I_{ccs} = 13,7 \text{ kA}$

2.2.4. Dimensionado del embarrado

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

2.2.4.1. Comprobación por densidad de corriente

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

2.2.4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica

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

- $I_{cc}(\text{din}) = 25,3 \text{ kA}$

2.2.4.3. Comprobación por sollicitación térmica

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

- $I_{cc}(\text{ter}) = 10,1 \text{ kA}$.

2.2.5. Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

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

Transformador

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

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

Los fusibles se seleccionan para:

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

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

La intensidad nominal de estos fusibles es de 25 A.

Termómetro

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

2.2.6. Dimensionado de los puentes de MT

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

Transformador 1

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 11,5 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

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

2.2.7. Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.

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

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

2.2.8. Dimensionado del pozo apagafuegos

Al no haber transformadores de aceite como refrigerante, no es necesaria la existencia de pozos apagafuegos.

2.2.9. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

2.2.9.1. Investigación de las características del suelo

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

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

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

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

De la red:

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

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

2.2.9.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra

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

2.2.9.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: $U_r = 20 \text{ kV}$
- Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 500 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra $R_o = 150 \text{ Ohm} \cdot \text{m}$
- Resistencia del hormigón $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

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

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

donde:

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

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

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

donde:

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

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

- $I_d = 500 \text{ A}$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

- $R_t = 20 \text{ Ohm}$

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

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

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

donde:

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

- Centro de Transformación

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

- $K_r \leq 0,1333$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 70/25/5/42
- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 7.0x2.5 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_r = 0,084$
- De la tensión de paso $K_p = 0,0186$
- De la tensión de contacto $K_c = 0,0409$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

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

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

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

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

donde:

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

por lo que para el Centro de Transformación:

- $R't = 12,6$ Ohm
- y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):
- $I'd = 500$ A

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

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

La tensión de defecto vendrá dada por:

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

donde:

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

por lo que en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'd = 6300 \text{ V}$$

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

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

donde:

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

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'c = 3067,5 \text{ V}$$

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

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

Tensión de paso en el exterior:

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

donde:

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

por lo que, para este caso:

- $V_p = 1395$ V en el Centro de Transformación

2.2.9.7. Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Transformación

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

- $t = 0,2$ s

Tensión de paso en el exterior:

$$U_p = 10 * U_{ca} \left[1 + \frac{2 * R_{a1} + 6 * R_0}{1000} \right] \quad (2.9.7.a)$$

donde:

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

R_0 resistividad del terreno en [Ohm·m]

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

por lo que, para este caso

- $V_p = 31152$ V

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$U_{pacc} = 10 * U_{ca} \left[1 + \frac{2 * R_{a1} + 3 * R_0 + 3 * R'_0}{1000} \right] \quad (2.9.7.b)$$

donde:

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

R_0 resistividad del terreno en [Ohm·m]

R'_0 resistividad del hormigón en [Ohm·m]

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

por lo que, para este caso

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

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

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$\cdot V'_p = 1395 \text{ V} < V_p = 31152 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$\cdot V'_p(\text{acc}) = 3067,5 \text{ V} < V_p(\text{acc}) = 76296 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$\cdot V'_d = 6300 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$\cdot I_a = 50 \text{ A} < I_d = 500 \text{ A} < I_{dm} = 500 \text{ A}$$

2.2.9.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior

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

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

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

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

donde:

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'_d intensidad de defecto [A]

D distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

$$\cdot D = 11,94 \text{ m}$$

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.

2.2.10. Cálculo de la Puesta a Tierra de la Fábrica de Muebles

Para conductores enterrados horizontalmente:

$$R_t = \frac{2 \times \rho}{L}$$

Se ha instalado una red de puesta a tierra perimetral con un conductor de tierra de cobre 25 mm² al edificio de 272 metros de longitud y hemos supuesto una resistividad del terreno de 150 Ωm. Por lo que tenemos una resistencia de tierra de:

$$R_t = \frac{2 \times 150}{272} = 1,10 \Omega$$

Tenemos un dispositivo de protección de corriente diferencial residual de 30 mA. Con esto tenemos una tensión de contacto que no debe superar la tensión de seguridad de 24 V:

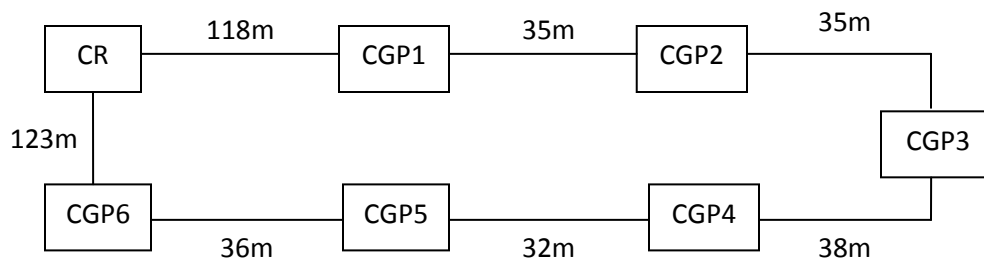
$$R_t \times 0,03 \text{ A} = 1,10 \times 0,03 = 0,033 \text{ V} < 24 \text{ V}$$

Por lo tanto nuestra red de puesta a tierra es válida.

2.3. Red de Baja Tensión

La red de baja tensión la conforman dos anillos que salen del centro de reparto y alimentan los servicios del polígono industrial y otro anillo para el centro socio-cultural.

2.3.1. Anillo de centro socio-cultural



Lo primero que tenemos que hacer con el anillo es calcular donde está situado el punto de mínima tensión, de la siguiente manera:

PUNTO	Potencia (Kw)	Long. Tramo	Long. Origen (m)	PxL	SPxL
CGP1	52,700	118,00	118,00	6.218,60	6.218,60
CGP2	52,700	35,00	153,00	8.063,10	14.281,70
CGP3	52,700	35,00	188,00	9.907,60	24.189,30
CGP4	52,700	38,00	226,00	11.910,20	36.099,50
CGP5	52,700	32,00	258,00	13.596,60	49.696,10
CGP6	52,700	36,00	294,00	15.493,80	65.189,90
CT	0,000	123,00	417,00	0	0,00
			Long.Total 417,00 M		

$$\sum P \text{ (Kw)} = 316,2 \text{ Kw}$$

Longitud de corte (m) = 206,16 m, entre CGP 3 y CGP 4.

Rama 1

- Intensidad admisible:

Potencia total: 158,1 Kw

Una vez calculada la potencia máxima en este ramal podemos calcular la intensidad que circula por él.

$$I = \frac{P_{\text{máx}}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{158,1 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 253,55 \text{ A}$$

Al haber en un mismo tramo dos líneas aplicamos un coeficiente de agrupación de 0,84.

$$I_{tablas} = \frac{I}{K} = \frac{253,55}{0,84} = 301,84 \text{ A}$$

Vamos a emplear conductores Al VOLTALENE FLAMEX de aluminio $3 \times (1 \times 240) + 1 \times 150$ TT mm^2 con aislamiento tipo RV-0,6/1 kV, entubado según indica el Reglamento. Ya que la sección de 150 mm^2 queda justa y no cumple. Según lo calculado, la sección aplicada será de 240 mm^2 , con una intensidad máxima de 405 A.

Sección nominal mm^2	Terna de cables unipolares		1 cable tripolar		2 cables unipolares		1 cable bipolar	
	Tipo de aislamiento							
Aluminio	A	B	A	B	A	B	A	B
16	97	94	90	86	118	115	110	105
25	125	120	115	110	153	147	140	134
35	150	145	140	135	183	177	171	165
50	180	175	165	160	219	214	202	196
70	220	215	205	200	269	263	251	245
95	260	255	240	235	318	312	294	287
120	295	290	275	270	361	355	336	330
150	330	325	310	305	404	398	379	373
185	375	365	350	345	459	447	428	422
240	430	420	405	395	526	514	496	483
300	485	475	460	445	594	581	563	545
400	550	540	520	500	673	661	637	612

Con esto calculamos la intensidad admisible por el cable:

$$f_{dc} = \frac{301,84}{405} = 0,74 < 0,85$$

$$I_{adm} = 405 \cdot 0,84 = 340,2 \text{ A } \textit{Válida}$$

- Caída de tensión:

Sección nominal mm^2	Tres cables unipolares termoestables				Un cable unipolar termoestable			
	$\cos \varphi = 1$		$\cos \varphi = 0,8$		$\cos \varphi = 1$		$\cos \varphi = 0,8$	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
1,5	26,5	-	21,36	-	26,94	-	21,67	-
2,5	15,92	-	12,88	-	16,23	-	13,1	-
4	9,96	-	8,1	-	10,16	-	8,23	-
6	6,74	-	5,51	-	6,87	-	5,59	-
10	4	-	3,31	-	4,06	-	3,34	-
16	2,51	4,15	2,12	3,42	2,56	4,24	2,13	3,48
25	1,59	2,62	1,37	2,19	1,62	2,66	1,38	2,21
35	1,15	1,89	1,01	1,6	1,17	1,93	1,01	1,62
50	0,85	1,39	0,77	1,21	0,86	1,42	0,77	1,22
70	0,59	0,97	0,56	0,86	0,6	0,98	0,56	0,87
95	0,42	0,7	0,43	0,65	0,43	0,71	0,42	0,65
120	0,34	0,55	0,36	0,53	0,34	0,56	0,35	0,53
150	0,27	0,45	0,31	0,45	0,28	0,46	0,3	0,44
185	0,22	0,36	0,26	0,37	0,22	0,37	0,26	0,37
240	0,17	0,27	0,22	0,3	0,17	0,28	0,21	0,3
300	0,14	0,22	0,19	0,26	0,14	0,22	0,18	0,25
400	0,11	0,17	0,17	0,22	0,11	0,18	0,16	0,21

TRAMO	Potencia (Kw)	Potencia Acumul. (Kw)	Longitud de Tramo (Km)	%ΔU	% ΔU → origen
CT a CGP1	52,700	158,10	0,1180	1,853	1,853
CGP1 a CGP2	52,700	105,40	0,0350	0,366	2,219
CGP2 a CGP3	52,700	52,70	0,0350	0,183	2,402
			0,188 KM		

Como la caída de tensión sale por debajo del 5%, es **VÁLIDO**.

- Protecciones contra sobreintensidad:

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

Seleccionamos el fusible de 315 A que llega a una distancia de 195 m > 188 m y por lo tanto cumple con nuestro anillo.

Rama 2

- Intensidad admisible:

Potencia total: 158,1 Kw

Una vez calculada la potencia máxima en este ramal podemos calcular la intensidad que circula por él.

$$I = \frac{P_{m\acute{a}x}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\phi} = \frac{158,1 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 253,55 \text{ A}$$

Al haber en un mismo tramo dos líneas aplicamos un coeficiente de agrupación de 0,84.

$$I_{tablas} = \frac{I}{K} = \frac{253,55}{0,84} = 301,84 \text{ A}$$

Vamos a emplear conductores Al VOLTALENE FLAMEX de aluminio 3× (1× 240)+ 1×150 TT mm² con aislamiento tipo RV-0,6/1 kV, entubado según indica el Reglamento.

Según lo calculado, la sección aplicada será de 240 mm², con una intensidad máxima de 405 A.

Sección nominal mm ²	Terna de cables unipolares		1 cable tripolar		2 cables unipolares		1 cable bipolar	
	Tipo de aislamiento							
Aluminio	A	B	A	B	A	B	A	B
16	97	94	90	86	118	115	110	105
25	125	120	115	110	153	147	140	134
35	150	145	140	135	183	177	171	165
50	180	175	165	160	219	214	202	196
70	220	215	205	200	269	263	251	245
95	260	255	240	235	318	312	294	287
120	295	290	275	270	361	355	336	330
150	330	325	310	305	404	398	379	373
185	375	365	350	345	459	447	428	422
240	430	420	405	395	526	514	496	483
300	485	475	460	445	594	581	563	545
400	550	540	520	500	673	661	637	612

Con esto calculamos la intensidad admisible por el cable:

$$f_{dc} = \frac{301,84}{430} = 0,7 < 0,85$$

$$I_{adm} = 430 \cdot 0,84 = 361,2 \text{ A Válido}$$

- Caída de tensión:

Sección nominal mm ²	Tres cables unipolares termoestables				Un cable unipolar termoestable			
	cos φ = 1		cos φ = 0,8		cos φ = 1		cos φ = 0,8	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
1,5	26,5	-	21,36	-	26,94	-	21,67	-
2,5	15,92	-	12,88	-	16,23	-	13,1	-
4	9,96	-	8,1	-	10,16	-	8,23	-
6	6,74	-	5,51	-	6,87	-	5,59	-
10	4	-	3,31	-	4,06	-	3,34	-
16	2,51	4,15	2,12	3,42	2,56	4,24	2,13	3,48
25	1,59	2,62	1,37	2,19	1,62	2,66	1,38	2,21
35	1,15	1,89	1,01	1,6	1,17	1,93	1,01	1,62
50	0,85	1,39	0,77	1,21	0,86	1,42	0,77	1,22
70	0,59	0,97	0,56	0,86	0,6	0,98	0,56	0,87
95	0,42	0,7	0,43	0,65	0,43	0,71	0,42	0,65
120	0,34	0,55	0,36	0,53	0,34	0,56	0,35	0,53
150	0,27	0,45	0,31	0,45	0,28	0,46	0,3	0,44
185	0,22	0,36	0,26	0,37	0,22	0,37	0,26	0,37
240	0,17	0,27	0,22	0,3	0,17	0,28	0,21	0,3
300	0,14	0,22	0,19	0,26	0,14	0,22	0,18	0,25
400	0,11	0,17	0,17	0,22	0,11	0,18	0,16	0,21

TRAMO	Potencia (Kw)	Potencia Acumul. (Kw)	Longitud de Tramo (Km)	%ΔU	% ΔU → origen
CT a CGP6	52,700	158,10	0,1230	1,931	1,931
CGP6 a CGP5	52,700	105,40	0,0360	0,377	2,308
CGP5 a CGP4	52,700	52,70	0,0320	0,167	2,475
			0,191 KM		

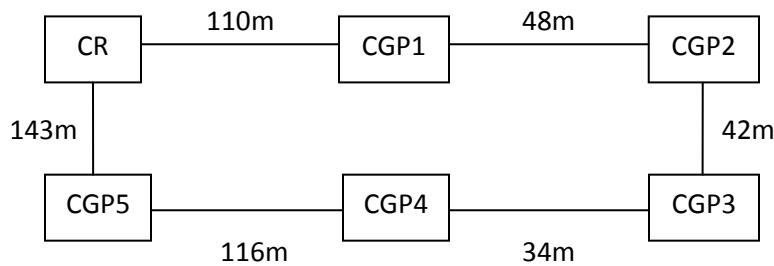
Como la caída de tensión sale por debajo del 5%, es **VÁLIDO**.

- Protecciones contra sobreintensidad:

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

Seleccionamos el fusible de 315 A que llega a una distancia de 195 m > 191 m y por lo tanto cumple con nuestro anillo.

2.3.2. Anillo de servicios



Lo primero que tenemos que hacer con el anillo es calcular donde está situado el punto de mínima tensión, de la siguiente manera:

PUNTO	Potencia (Kw)	Long. Tramo	Long. Origen (m)	PxL	SPxL
CGP1	2,948	110,00	110,00	324,28	324,28
CGP2	6,400	48,00	158,00	1.011,20	1.335,48
CGP3	10,176	42,00	200,00	2.035,20	3.370,68
CGP4	9,490	34,00	234,00	2.220,66	5.591,34
CGP5	6,499	116,00	350,00	2.274,65	7.865,99
CT	0,000	143,00	493,00	0,00	7.865,99
Long. Total			1.545,00 M		

$$\sum P \text{ (Kw)} = 35,513 \text{ Kw}$$

Longitud de corte (m) = 221,496 m, entre CGP 3 y CGP 4.

Rama 1

- Intensidad admisible:

Potencia total: 19,52 Kw

Una vez calculada la potencia máxima en este ramal podemos calcular la intensidad que circula por él.

$$I = \frac{P_{\max}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{19,52 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 30,82 \text{ A}$$

Al haber en un mismo tramo dos líneas aplicamos un coeficiente de agrupación de 0,84.

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K} = \frac{30,82}{0,84} = 36,95 \text{ A}$$

Vamos a emplear conductores Al VOLTALENE FLAMEX es la sección mínima que se puede aplicar en redes de distribución subterráneas de aluminio $3 \times (1 \times 150) + 1 \times 95$ TT mm² con aislamiento tipo RV-0,6/1 kV, entubado según indica el Reglamento.

Según lo calculado, la sección aplicada será de 150 mm², que es la sección mínima que se puede aplicar en redes de distribución subterráneas de aluminio, con una intensidad máxima de 310 A.

Sección nominal mm ²	Terna de cables unipolares 		1 cable tripolar 		2 cables unipolares 		1 cable bipolar 	
	Tipo de aislamiento							
Aluminio	A	B	A	B	A	B	A	B
16	97	94	90	86	118	115	110	105
25	125	120	115	110	153	147	140	134
35	150	145	140	135	183	177	171	165
50	180	175	165	160	219	214	202	196
70	220	215	205	200	269	263	251	245
95	260	255	240	235	318	312	294	287
120	295	290	275	270	361	355	336	330
150	330	325	310	305	404	398	379	373
185	375	365	350	345	459	447	428	422
240	430	420	405	395	526	514	496	483
300	485	475	460	445	594	581	563	545
400	550	540	520	500	673	661	637	612

Con esto calculamos la intensidad admisible por el cable:

$$f_{dc} = \frac{36,95}{310} = 0,11 < 0,85$$

$$I_{adm} = 310 \cdot 0,84 = 277,2 \text{ A Válido}$$

- Caída de tensión:

Sección nominal mm ²	Tres cables unipolares termoestables				Un cable unipolar termoestable			
	cos φ = 1		cos φ = 0,8		cos φ = 1		cos φ = 0,8	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
1,5	26,5	-	21,36	-	26,94	-	21,67	-
2,5	15,92	-	12,88	-	16,23	-	13,1	-
4	9,96	-	8,1	-	10,16	-	8,23	-
6	6,74	-	5,51	-	6,87	-	5,59	-
10	4	-	3,31	-	4,06	-	3,34	-
16	2,51	4,15	2,12	3,42	2,56	4,24	2,13	3,48
25	1,59	2,62	1,37	2,19	1,62	2,66	1,38	2,21
35	1,15	1,89	1,01	1,6	1,17	1,93	1,01	1,62
50	0,85	1,39	0,77	1,21	0,86	1,42	0,77	1,22
70	0,59	0,97	0,56	0,86	0,6	0,98	0,56	0,87
95	0,42	0,7	0,43	0,65	0,43	0,71	0,42	0,65
120	0,34	0,55	0,36	0,53	0,34	0,56	0,35	0,53
150	0,27	0,45	0,31	0,45	0,28	0,46	0,3	0,44
185	0,22	0,36	0,26	0,37	0,22	0,37	0,26	0,37
240	0,17	0,27	0,22	0,3	0,17	0,28	0,21	0,3
300	0,14	0,22	0,19	0,26	0,14	0,22	0,18	0,25
400	0,11	0,17	0,17	0,22	0,11	0,18	0,16	0,21

TRAMO	Potencia (Kw)	Potencia Acumul. (Kw)	Longitud de Tramo (Km)	%ΔU	% ΔU → origen
CT a CGP1	2,948	19,52	0,1100	0,445	0,445
CGP1 a CGP2	6,400	16,58	0,0480	0,165	0,609
CGP2 a CGP3	10,176	10,18	0,0420	0,088	0,698
			0,200 KM		

Como la caída de tensión sale por debajo del 5%, es **VÁLIDO**.

- Protecciones contra sobrecorriente:

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

Seleccionamos el fusible de 160 A que llega a una distancia de 285 m > 200 m y por lo tanto cumple con nuestro anillo.

Rama 2

- Intensidad admisible:

Potencia total: 14,82 Kw

Una vez calculada la potencia máxima en este ramal podemos calcular la intensidad que circula por él.

$$I = \frac{P_{\max}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{14,82 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 23,76 \text{ A}$$

Al haber en un mismo tramo dos líneas aplicamos un coeficiente de agrupación de 0,84.

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K} = \frac{23,76}{0,84} = 28,28 \text{ A}$$

Vamos a emplear conductores Al VOLTALENE FLAMEX de aluminio $3 \times (1 \times 150) + 1 \times 95$ TT mm² con aislamiento tipo RV-0,6/1 kV, entubado según indica el Reglamento.

Según lo calculado, la sección aplicada será de 150 mm², que es la sección mínima que se puede aplicar en redes de distribución subterráneas de aluminio, con una intensidad máxima de 310 A.

Sección nominal mm ²	Terna de cables unipolares		1 cable tripolar		2 cables unipolares		1 cable bipolar	
	Tipo de aislamiento							
Aluminio	A	B	A	B	A	B	A	B
16	97	94	90	86	118	115	110	105
25	125	120	115	110	153	147	140	134
35	150	145	140	135	183	177	171	165
50	180	175	165	160	219	214	202	196
70	220	215	205	200	269	263	251	245
95	260	255	240	235	318	312	294	287
120	295	290	275	270	361	355	336	330
150	330	325	310	305	404	398	379	373
185	375	365	350	345	459	447	428	422
240	430	420	405	395	526	514	496	483
300	485	475	460	445	594	581	563	545
400	550	540	520	500	673	661	637	612

Con esto calculamos la intensidad admisible por el cable:

$$f_{dc} = \frac{28,28}{310} = 0,09 < 0,85$$

$$I_{adm} = 310 \cdot 0,84 = 277,2 \text{ A } \mathbf{V\acute{a}lido}$$

- Caída de tensión:

Sección nominal mm ²	Tres cables unipolares termoestables				Un cable unipolar termoestable			
	cos φ = 1		cos φ = 0,8		cos φ = 1		cos φ = 0,8	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
1,5	26,5	-	21,36	-	26,94	-	21,67	-
2,5	15,92	-	12,88	-	16,23	-	13,1	-
4	9,96	-	8,1	-	10,16	-	8,23	-
6	6,74	-	5,51	-	6,87	-	5,59	-
10	4	-	3,31	-	4,06	-	3,34	-
16	2,51	4,15	2,12	3,42	2,56	4,24	2,13	3,48
25	1,59	2,62	1,37	2,19	1,62	2,66	1,38	2,21
35	1,15	1,89	1,01	1,6	1,17	1,93	1,01	1,62
50	0,85	1,39	0,77	1,21	0,86	1,42	0,77	1,22
70	0,59	0,97	0,56	0,86	0,6	0,98	0,56	0,87
95	0,42	0,7	0,43	0,65	0,43	0,71	0,42	0,65
120	0,34	0,55	0,36	0,53	0,34	0,56	0,35	0,53
150	0,27	0,45	0,31	0,45	0,28	0,46	0,3	0,44
185	0,22	0,36	0,26	0,37	0,22	0,37	0,26	0,37
240	0,17	0,27	0,22	0,3	0,17	0,28	0,21	0,3
300	0,14	0,22	0,19	0,26	0,14	0,22	0,18	0,25
400	0,11	0,17	0,17	0,22	0,11	0,18	0,16	0,21

TRAMO	Potencia (Kw)	Potencia Acumul. (Kw)	Longitud de Tramo (Km)	%ΔU	% ΔU → origen
CT a CGP5	6,499	15,99	0,1430	0,473	0,473
CGP5 a CGP4	9,490	9,49	0,1160	0,228	0,701
			0,259 KM		

Como la caída de tensión sale por debajo del 5%, es **VÁLIDO**.

- Protecciones contra sobreintensidad:

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

Seleccionamos el fusible de 160 A que llega a una distancia de 285 m > 259 m y por lo tanto cumple con nuestro anillo.

2.4. Industria 1. Fábrica de Muebles. Conductores y Protecciones.

Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\phi \cdot \eta} (A)$$

$$\Delta U = \frac{P \cdot L}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} + \frac{P \cdot L \cdot X_u \cdot \tan\phi}{1000 \cdot U \cdot n \cdot \eta} (V)$$

Sistema Monofásico:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\phi \cdot \eta} (A)$$

$$\Delta U = \frac{2 \cdot P \cdot L}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} + \frac{2 \cdot P \cdot L \cdot X_u \cdot \tan\phi}{1000 \cdot U \cdot n \cdot \eta} (V)$$

En donde:

P = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm².

Cos ϕ = Coseno de ϕ . Factor de potencia.

η = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en mX/m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = \frac{1}{\rho}$$

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

$$T = T_0 + [(T_{max} - T_0) (I/I_{max})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T .

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T .

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.

$Cu = 0.018$

$Al = 0.029$

σ = Coeficiente de temperatura:

$Cu = 0.00392$

$Al = 0.00403$

T = Temperatura del conductor (°C).

T_0 = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

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

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

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

Fórmulas Sobrecargas

$I_b > I_n > I_z$

$I_2 > 1,45 I_z$

Donde:

I_b : intensidad utilizada en el circuito.

I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables,

I_n es la intensidad de regulación escogida.

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

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

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

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Tupi - Sierra	46048 W
Embaladora - Chapadora de cantos	29220 W
Regruesadora - Escuadradora	39280 W
Fresadora - Lijadora	32880 W
Extracción - Compresor	34120 W
Carretilla-SCI	32800 W
Maq. Portátil	15000 W

Alumbrado Taller 1	800 W
Alumbrado Taller 2	800 W
Al Emergencia 1	42 W
Alumbrado Taller 3	800 W
Alumbrado Taller 4	800 W
Al Emergencia 2	42 W
Alumbrado Taller 5	600 W
Alumbrado Taller 6	600 W
Al Emergencia 3	42 W
Oficinas	34374 W
Almacén Herrajes	392 W
Almacén M. Prima	1337 W
Almacén Stock	1638 W
TOTAL....	271615 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 14267
- Potencia Instalada Fuerza (W): 257348
- Potencia Máxima Admisible (kVA): 400

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 65 m; Cos φ: 0.8; Xu (mW/m): 0.1;
- Potencia aparente trafo: 400 kVA.
- Índice carga c: 0.84.

$$I = \frac{Ct \times St \times 1000}{\sqrt{3} \times U} = \frac{1 \times 400 \times 1000}{\sqrt{3} \times 400} = 577.37 \text{ A.}$$

Se eligen conductores **Unipolares 3(3x150/70) mm²Al**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-Al(AS)
 I.ad. a 25°C (Fc=1) 603 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 3(180) mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 85.84

$$\Delta U = \frac{P \cdot L}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} + \frac{P \cdot L \cdot X_u \cdot \tan\varphi}{1000 \cdot U \cdot n \cdot \eta} = \frac{65 \times 320000}{27.25 \times 400 \times 3 \times 150} + \frac{65 \times 320000 \times 0.1 \times 0.6}{1000 \times 400 \times 3 \times 0.8}$$

$$\Delta U = 5,54 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{5,54}{400} \cdot 100 = 1,39 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I.Aut./Tet. In.: 630 A. Térmico reg. Int.Reg.: 590 A.

Cálculo de la Línea: Tupi - Sierra

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 69 m; Cos φ : 0.8; Xu (mW/m): 0; R: 1
- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud (m)	51	18
Pot. Nudo (W)	16608	29440

- Potencia a instalar: 46048 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$29440 \times 1.25 + 16608 = 53408 \text{ W.}$$

$$I = \frac{53408}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.8 \times 1} = 96.36 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares **4x25+TTx16mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 116 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 74.5

$$\Delta U = \frac{P \cdot L}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{53408 \times 63,4}{45.78 \times 400 \times 25 \times 1} = 7,4 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{7,4}{400} \cdot 100 = 1,85 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 3,23 \% < 6,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Aut. /Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 100 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Embaladora - Chapadora

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 100.5 m; Cos φ : 0.8; Xu (mW/m): 0; R: 1

- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud (m)	66	34.5
Pot. Nudo (W)	14720	14500

- Potencia a instalar: 29220 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$14720 \times 1.25 + 14500 = 32900 \text{ W}$$

$$I = \frac{32900}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.8 \times 1} = 59,36 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 4x25+TTx16mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

Lad. a 40°C (Fc=1) 116 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP2). Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.09

$$\Delta U = \frac{P \cdot L}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{32900 \times 85,01}{49,18 \times 400 \times 25 \times 1} = 5,69 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{5,69}{400} \cdot 100 = 1,42 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 3,2 \% < 6,5 \% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Regruesadora - Escuadradora

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 38 m; Cos φ : 0.8; Xu (mW/m): 0; R: 1

- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud (m)	27	11
Pot. Nudo (W)	18760	20520

- Potencia a instalar: 39280 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$20520 \times 1.25 + 18760 = 44410 \text{ W}$$

$$I = \frac{44410}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.8 \times 1} = 80,13 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 4x25+TTx16mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

Lad. a 40°C (Fc=1) 116 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP2). Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63.86

$$\Delta U = \frac{P \cdot L}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{44410 \times 33,35}{47,41 \times 400 \times 25 \times 1} = 3,12 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{3,12}{400} \cdot 100 = 0,78 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 2,56 \% < 6,5 \% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Aut. /Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 98 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Fresadora-Lijadora

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip.o Mult. Bandeja Perfor
- Longitud: 53 m; Cos φ : 0.8; Xu (mW/m): 0; R: 1
- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud (m)	40	13
Pot. Nudo (W)	20480	12400

- Potencia a instalar: 32880 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$20480 \times 1.25 + 12400 = 38000 \text{ W}$$

$$I = \frac{38000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.8 \times 1} = 68,56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores **Unipolares 4x25+TTx16mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

Lad. a 40°C (Fc=1) 116 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 100x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 4175 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.47

$$\Delta U = \frac{P \cdot L}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{38000 \times 45,3}{48,44 \times 400 \times 25 \times 1} = 3,55 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{3,55}{400} \cdot 100 = 0,89 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 2,67 \% < 6,5 \% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Aut. /Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 92 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Extracción-Compres

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 33 m; Cos φ : 0.8; Xu (mW/m): 0; R: 1

- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud (m)	22	11
Pot. Nudo (W)	12040	22080

- Potencia a instalar: 34120 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$22080 \times 1.25 + 12040 = 39640 \text{ W}$$

$$I = \frac{39640}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.8 \times 1} = 71,52 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 4x25+TTx16mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

Lad. a 40°C (Fc=1) 116 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.01

$$\Delta U = \frac{P \cdot L}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{39640 \times 29,66}{48,19 \times 400 \times 25 \times 1} = 2,44 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{2,44}{400} \cdot 100 = 0,61 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 2,39 \% < 6,5 \% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Aut. /Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 94 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Carretilla-SCI

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 45.5 m; Cos ϕ : 0.8; Xu (mW/m): 0; R: 1
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud (m)	13	8.5	8.5	15.5
Pot. Nudo (W)	6500	6750	6750	12800

- Potencia a instalar: 32800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$12800 \times 1.25 + 20000 = 36000 \text{ W}$$

$$I = \frac{36000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.8 \times 1} = 64,95 \text{ A.}$$

Se eligen conductores **Unipolares 4x25+TTx16mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

Lad. a 40°C (Fc=1) 116 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 100x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 4175 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 55.68

$$\Delta U = \frac{P \cdot L}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{36000 \times 32,23}{48,74 \times 400 \times 25 \times 1} = 2,38 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{2,38}{400} \cdot 100 = 0,6 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 2,37 \% < 6,5 \% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Aut. /Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 90 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Maq. Portátil

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: F-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 41 m; Cos φ : 0.8; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: 15000 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{15000}{230 \cdot 0,8} = 81,52 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x25+TTx16mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 140 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP2). Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.95

$$\Delta U = \frac{2 \cdot P \cdot L}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{2 \times 15000 \times 41}{45.78 \times 230 \times 25} = 4,41 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{4,41}{230} \cdot 100 = 1,92 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 3,69 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Aut. /Bip. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 100 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1642 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 1642 W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{1642}{230 \cdot 0,8} = 8,92 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x4mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.07

$$\Delta U = \frac{2 \cdot P \cdot L}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{2 \times 1642 \times 0,3}{50,95 \times 230 \times 4} = 0,02 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{0,02}{230} \times 100 = 0,01 \% < 4,5\% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 1,48 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Alumbrado Taller 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal Suspendeda
- Longitud: 39 m; Cos φ: 1; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 800 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{800}{230 \cdot 0,8} = 3,48 \text{ A}$$

$$I = 800 / 230 \times 1 = 3.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 40x30 mm. Sección útil: 670 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.51

$$\Delta U = \frac{2 \cdot P \cdot L}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{2 \times 800 \times 39}{51,24 \times 230 \times 1,5} = 3,53 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{3,53}{230} \times 100 = 1,53 \% < 4,5\% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 3,32 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Alumbrado Taller 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida
- Longitud: 45 m; Cos j: 1; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 800 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{800}{230 \cdot 0,8} = 3,48 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 40x30 mm. Sección útil: 670 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.51

$$\Delta U = \frac{2 \cdot P \cdot L}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{2 \times 800 \times 45}{51,24 \times 230 \times 1,5} = 4,07 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{4,07}{230} \times 100 = 1,77 \% < 4,5\% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 3,56 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Al Emergencia 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida
- Longitud: 65 m; Cos φ: 1; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 42 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 42 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{42}{230 \cdot 0,8} = 0,18 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19
Dimensiones canal: 40x30 mm. Sección útil: 670 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$\Delta U = \frac{2 \cdot P \cdot L}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{2 \times 42 \times 65}{51,52 \times 230 \times 1,5} = 0,31 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{0,31}{230} \times 100 = 0,13 \% < 4,5\% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 1,92 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos φ: 0.8; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1642 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 1642 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{1642}{230 \cdot 0,8} = 8,92 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x4mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.07

$$\Delta U = \frac{2 \cdot P \cdot L}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{2 \times 1642 \times 0,3}{50,95 \times 230 \times 4} = 0,02 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{0,02}{230} \times 100 = 0,01 \% < 4,5\% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 1,79 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Alumbrado Taller 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida
- Longitud: 50 m; Cos φ : 1; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 800 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{800}{230 \cdot 1} = 3,48 A$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 40x30 mm. Sección útil: 670 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.51

$$\Delta U = \frac{2 \cdot P \cdot L}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{2 \times 800 \times 50}{41,51 \times 230 \times 1,5} = 4,53 V$$

$$\% \Delta U = \frac{4,53}{230} \times 100 = 1,97 \% < 4,5\% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 3,75 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Alumbrado Taller 4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida
- Longitud: 54 m; Cos φ : 1; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 800 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{800}{230 \cdot 1} = 3,48A$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19
Dimensiones canal: 40x30 mm. Sección útil: 670 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.51

$$\Delta U = \frac{2 \cdot P \cdot L}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{2 \times 800 \times 54}{51,24 \times 230 \times 1,5} = 4,89 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{4,89}{230} \times 100 = 2,13 \% < 4,5\% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 3,91 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Al Emergencia 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida
- Longitud: 59 m; Cos φ: 1; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 42 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 42 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{42}{230 \cdot 1} = 0,18 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 40x30 mm. Sección útil: 670 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$\Delta U = \frac{2 \cdot P \cdot L}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{2 \times 42 \times 59}{51,52 \times 230 \times 1,5} = 0,28 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{0,28}{230} \times 100 = 0,12 \% < 4,5\% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 1,91 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1242 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 1242 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{1242}{230 \cdot 0,8} = 6,75 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x4mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.76

$$\Delta U = \frac{2 \cdot P \cdot L}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{2 \times 1242 \times 0,3}{51,19 \times 230 \times 4} = 0,02 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{0,02}{230} \times 100 = 0,01 \% < 4,5\% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 1,78 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Alumbrado Taller 5

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida
- Longitud: 58 m; Cos φ : 1; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 600 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{600}{230 \cdot 1} = 2,61 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19
Dimensiones canal: 40x30 mm. Sección útil: 670 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.85

$$\Delta U = \frac{2 \cdot P \cdot L}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{2 \times 600 \times 58}{51,36 \times 230 \times 1,5} = 3,93 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{3,93}{230} \times 100 = 1,71 \% < 4,5\% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 3,49 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Alumbrado Taller 6

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida
- Longitud: 60 m; Cos φ: 1; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 600 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{600}{230 \cdot 1} = 2,61 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 40x30 mm. Sección útil: 670 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.85

$$\Delta U = \frac{2 \cdot P \cdot L}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{2 \times 600 \times 60}{51,36 \times 230 \times 1,5} = 4,06 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{4,06}{230} \times 100 = 1,77 \% < 4,5\% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 3,55 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Al Emergencia 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida
- Longitud: 53 m; Cos φ : 1; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 42 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 42 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{42}{230 \cdot 1} = 0,18 A$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 40x30 mm. Sección útil: 670 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$\Delta U = \frac{2 \cdot P \cdot L}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{2 \times 42 \times 53}{51,52 \times 230 \times 1,5} = 0,25 V$$

$$\% \Delta U = \frac{0,25}{230} \times 100 = 0,11 \% < 4,5\% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 1,89 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Oficinas

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 46 m; Cos φ : 0.8; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 34374 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$$10000 \times 1.25 + 24374 = 36874 W \text{ Coef. De Simult.: 1}$$

$$I = \frac{36874}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.8} = 66,53 A$$

Se eligen conductores **Unipolares 4x50+TTx25mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 175 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 100x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 4175 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.23

$$\Delta U = \frac{P \cdot L}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{36874 \times 46}{50,2 \times 400 \times 50} = 1,69 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{1,69}{400} \cdot 100 = 0,42 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 2,2 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 91 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA.

SUBCUADRO

Oficinas

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

A. Acondicionado 1	10000 W
A. Acondicionado 2	6000 W
Ventilador 1	1000 W
Ventilador 2	1000 W
SAI	2000 W
TC1	2000 W
TC2	2000 W
AL Exposición 1	1260 W
AL Exposición 2	1050 W
AL Exposición 3	1050 W
Emergencia Expo	56 W
AL Entrada/SCI	525 W
AL Oficina 1	525 W
AL Oficina 2	378 W
Emergencia Oficina	98 W
Calentador 1	1500 W
TC Vestuario 1	500 W
Calentador 2	1500 W

TC Vestuario 2	500 W
Vestuario 1	126 W
Vestuario 2	126 W
Alumbrado Exterior	780 W
Logo Luminoso	400 W
TOTAL....	34374 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 6374
- Potencia Instalada Fuerza (W): 28000

Cálculo de la Línea: Servicios Auxiliar

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 37 m; Cos j: 0.8; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 34374 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$$10000 \times 1.25 + 24374 = 36874 \text{ W} \text{ Coef. de Simult.: } 1$$

$$I = \frac{36874}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.8} = 66,53 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 4x50mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

Lad. a 40°C (Fc=1) 175 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.23

$$\Delta U = \frac{P \cdot L}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{36874 \times 37}{50,2 \times 400 \times 50} = 1,36 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{1,36}{400} \cdot 100 = 0,34 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 2,54 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Aut. /Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 91 A.

Cálculo de la Línea: A. Acondicionado 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ : 0.8; Xu (mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$10000 \times 1.25 = 12500 \text{ W}$$

$$I = \frac{12500}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.8} = 22,55 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 4x4+TTx4mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 31 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 66.46

$$\Delta U = \frac{P \cdot L}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{12500 \times 25}{47 \times 400 \times 4 \times 1} = 4,16 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{4,16}{400} \cdot 100 = 1,04 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 3,58 \% < 6,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: A. Acondicionado 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; Xu (mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$6000 \times 1.25 = 7500 \text{ W}$$

$$I = \frac{7500}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.8} = 13,53 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.31

$$\Delta U = \frac{P \cdot L}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{7500 \times 10}{48,47 \times 400 \times 2,5 \times 1} = 1,55 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{1,55}{400} \cdot 100 = 0,39 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 2,93 \% < 6,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos φ: 0.8; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$1000 \times 1.25 + 1000 = 2250 \text{ W} \text{ Coef. de Simult.: 1}$$

$$I = \frac{2250}{230 \times 0.8} = 12,23 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x4mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.77

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{2250 \times 0,3 \times 2}{50,46 \times 230 \times 4} = 0,03 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{0,03}{230} \cdot 100 = 0,01 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 2,55 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Ventilador 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 40 m; Cos φ: 0.8; Xu (mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$1000 \times 1.25 = 1250 \text{ W}$$

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{1250}{230 \cdot 0,8} = 6,79 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

Lad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.29

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{1250 \times 40 \times 2}{50,91 \times 230 \times 2,5} = 3,42 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{3,42}{230} \cdot 100 = 1,49 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 4,04 \% < 6,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Ventilador 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.8; Xu (mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$1000 \times 1.25 = 1250 \text{ W}$$

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{1250}{230 \cdot 0,8 \cdot 1} = 6,79 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.29

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{1250 \times 15 \times 2}{50,91 \times 230 \times 2,5} = 1,28 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{1,28}{230} \cdot 100 = 0,56 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 3,11 \% < 6,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: SAI

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 16 m; Cos φ : 0.8; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{2000}{230 \cdot 0,8} = 10,87 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.41

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{2000 \times 16 \times 2}{49,99 \times 230 \times 2,5} = 2,23 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{2,23}{230} \cdot 100 = 0,97 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 3,51 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos φ: 0.8; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: 4000 W Coef. de Simult.: 1

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{4000}{230 \cdot 0,8} = 21,74 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x2.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 73.65

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{4000 \times 0,3 \times 2}{45,9 \times 230 \times 2,5} = 0,09 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{0,09}{230} \cdot 100 = 0,04 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 2,58 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: TC1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos φ : 0.8; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{2000}{230 \cdot 0,8} = 10,87 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.41

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{2000 \times 20 \times 2}{49,99 \times 230 \times 2,5} = 2,78 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{2,78}{230} \cdot 100 = 1,21 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 3,79 \% < 6,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: TC2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ : 0.8; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{2000}{230 \cdot 0,8} = 10,87 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.41

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{2000 \times 25 \times 2}{49,99 \times 230 \times 2,5} = 3,48 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{3,48}{230} \cdot 100 = 1,51 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 4,09 \% < 6,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 3416 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 3416 W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{3416}{230 \cdot 0,8} = 18,57 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x6mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

Lad. a 40°C (Fc=1) 46 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.14

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{3416 \times 0,3 \times 2}{50,04 \times 230 \times 6} = 0,03 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{0,03}{230} \cdot 100 = 0,01 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 2,55 \% < 4,5 \% \text{ máx VÁLIDO}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: AL Exposición 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 28 m; Cos φ: 1; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1260 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 1260 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{1260}{230 \cdot 1} = 5,48 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

Lad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.75

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{1260 \times 28 \times 2}{50,82 \times 230 \times 1,5} = 4,02 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{4,02}{230} \cdot 100 = 1,75 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 4,3 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: AL Exposición 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 37 m; Cos φ : 1; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1050 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 1050 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{1050}{230 \cdot 1} = 4,57 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.61

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{1050 \times 37 \times 2}{51,03 \times 230 \times 1,5} = 4,41 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{4,41}{230} \cdot 100 = 1,92 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 4,47 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: AL Exposición 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 47 m; Cos φ : 1; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1050 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 1050 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{1050}{230 \cdot 1} = 4,57 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.48

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{1050 \times 47 \times 2}{51,24 \times 230 \times 2,5} = 3,35 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{3,35}{230} \cdot 100 = 1,46 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 4,01 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Emergencia Exposición

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 34 m; Cos φ: 1; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 56 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 56 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{56}{230 \cdot 1} = 0,24 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{56 \times 34 \times 2}{51,52 \times 230 \times 1,5} = 0,21 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{0,21}{230} \cdot 100 = 0,09 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 2,65 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1526 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 1526 W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{1526}{230 \cdot 0,8} = 8,29 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x6mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 46 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.63

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{1526 \times 0,3 \times 2}{51,21 \times 230 \times 6} = 0,01 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{0,01}{230} \cdot 100 = 0,01 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 2,55 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: AL Entrada/SCI

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ : 1; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 525 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 525 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{525}{230 \cdot 1} = 2,28 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.65

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{525 \times 15 \times 2}{51,39 \times 230 \times 1,5} = 0,89 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{0,89}{230} \cdot 100 = 0,39 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 2,93 \% < 4,5 \% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: AL Oficina 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ : 1; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 525 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 525 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{525}{230 \cdot 1} = 2,28 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.65

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{525 \times 15 \times 2}{51,39 \times 230 \times 1,5} = 0,89 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{0,89}{230} \cdot 100 = 0,39 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 2,93 \% < 4,5 \% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: AL Oficina 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 18 m; Cos φ: 1; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 378 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 378 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{378}{230 \cdot 1} = 1,64 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.34

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{378 \times 18 \times 2}{51,45 \times 230 \times 1,5} = 0,77 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{0,77}{230} \cdot 100 = 0,33 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 2,88 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Emergencia Oficina

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos φ : 1; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 98 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 98 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{98}{230 \cdot 1} = 0,43 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{98 \times 20 \times 2}{51,51 \times 230 \times 1} = 0,22 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{0,22}{230} \cdot 100 = 0,1 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 2,64 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{2000}{230 \cdot 0,8} = 10,87 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x4mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

Lad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.56

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{2000 \times 0,3 \times 2}{50,68 \times 230 \times 4} = 0,03 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{0,03}{230} \cdot 100 = 0,01 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 2,55 \% < 4,5 \% \text{ máx VÁLIDO}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Calentador 1

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 14 m; Cos φ: 0.8; Xu (mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 1500 W.

- Potencia de cálculo: 1500 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{1500}{230 \cdot 0,8} = 8,15 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

Lad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.73

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{1500 \times 14 \times 2}{50,65 \times 230 \times 2,5} = 1,44 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{1,44}{230} \cdot 100 = 0,63 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 3,18 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: TC Vestuario 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 12 m; Cos φ : 0.8; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{500}{230 \cdot 1} = 2,17 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.53

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{500 \times 12 \times 2}{51,42 \times 230 \times 2,5} = 0,41 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{0,41}{230} \cdot 100 = 0,18 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 2,73 \% < 6,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{2000}{230 \cdot 0,8} = 10,87 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x4mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.56

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{2000 \times 0,3 \times 2}{50,68 \times 230 \times 4} = 0,03 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{0,03}{230} \cdot 100 = 0,01 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 2,55 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Calentador 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.8; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: 1500 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{1500}{230 \cdot 0,8} = 8,15 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.73

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{1500 \times 15 \times 2}{50,65 \times 230 \times 2,5} = 1,55 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{1,55}{230} \cdot 100 = 0,67 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 3,22 \% < 4,5 \% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: TC Vestuario 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 18 m; Cos φ: 0.8; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{500}{230 \cdot 0,8} = 2,72 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.53

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{500 \times 18 \times 2}{51,42 \times 230 \times 4} = 0,61 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{0,61}{230} \cdot 100 = 0,26 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 2,82 \% < 6,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 252 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 252 W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{252}{230 \cdot 0,8} = 1,37 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x1.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 12 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.23

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{252 \times 0,3 \times 2}{51,47 \times 230 \times 1,5} = 0,01 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{0,01}{230} \cdot 100 = 0 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 2,54 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Vestuario 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 12 m; Cos φ : 1; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 126 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 126 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{126}{230 \cdot 1} = 0,55 \text{ A}$$

$I=126/230 \times 1=0.55 \text{ A}$.

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{1260 \times 12 \times 2}{51,51 \times 230 \times 1,5} = 0,17 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{0,17}{230} \cdot 100 = 0,07 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 2,62 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Vestuario 2

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 18 m; Cos φ: 1; Xu (mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 126 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

126 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{126}{230 \cdot 1} = 0,55 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{126 \times 18 \times 2}{51,51 \times 230 \times 1,5} = 0,26 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{0,26}{230} \cdot 100 = 0,11 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 2,65 \% < 4,5 \% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1180 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 1180 W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{1180}{230 \cdot 0,8} = 6,41 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x25mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 110 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.17

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{1180 \times 0,3 \times 2}{51,48 \times 230 \times 25} = 0,0 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{0,0}{230} \cdot 100 = 0,0 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 2,54 \% < 4,5 \% \text{ máx VÁLIDO}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Alumbrado Exterior

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 110 m; Cos φ : 1; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 780 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 780 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{780}{230 \cdot 1} = 3,39 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x4+TTx4mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.44

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{780 \times 110 \times 2}{51,43 \times 230 \times 4} = 3,63 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{3,63}{230} \cdot 100 = 1,58 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 4,12 \% < 4,5 \% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Logo Luminoso

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 75 m; Cos φ : 1; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 400 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{400}{230 \cdot 1} = 1,74 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.38

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{400 \times 75 \times 2}{51,45 \times 230 \times 1,5} = 3,38 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{3,38}{230} \cdot 100 = 1,47 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 4,01 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Almacén Herrajes

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: F-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 43 m; Cos φ: 0.8; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 392 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 392 W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{392}{230 \cdot 0,8} = 2,13 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x25+TTx16mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 140 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 100x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 4175 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{392 \times 43 \times 2}{51,51 \times 230 \times 25} = 0,11 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{0,03}{230} \cdot 100 = 0,05 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 1,83 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Protección Térmica en Principio de Línea
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.
Protección diferencial en Principio de Línea
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.
Protección diferencial en Final de Línea
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO

Almacén Herrajes

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

AL Herrajes 1	126 W
AL Herrajes 2	126 W
AL Herrajes 3	126 W
Emergencia Herraje	14 W
TOTAL....	392 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 392

Cálculo de la Línea: AL Herrajes 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ : 1; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 126 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 126 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{126}{230 \cdot 1} = 0,55 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu**
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.04

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{126 \times 15 \times 2}{51,51 \times 230 \times 1,5} = 0,21 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{0,21}{230} \cdot 100 = 0,09 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 1,92 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: AL Herrajes 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ : 1; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 126 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 126 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{126}{230 \cdot 1} = 0,55 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{126 \times 15 \times 2}{51,51 \times 230 \times 1,5} = 0,21 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{0,21}{230} \cdot 100 = 0,09 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 1,92 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: AL Herrajes 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ : 1; Xu (mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 126 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 126 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{126}{230 \cdot 1} = 0,55 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

Lad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{126 \times 15 \times 2}{51,51 \times 230 \times 1,5} = 0,21 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{0,21}{230} \cdot 100 = 0,21 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 1,92 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Emergencia Herraje

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 18 m; Cos φ: 1; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 14 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 14 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{14}{230 \cdot 1} = 0,06 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

Lad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{14 \times 18 \times 2}{51,52 \times 230 \times 1,5} = 0,03 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{0,03}{230} \cdot 100 = 0,01 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 1,84 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Almacén M. Prima

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: F-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 41 m; Cos φ : 0.8; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1337 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 1337 W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{1337}{230 \cdot 0,8} = 7,27 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x25+TTx16mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

Lad. a 40°C (Fc=1) 140 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.13

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{1337 \times 41 \times 2}{51,49 \times 230 \times 25} = 0,37 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{0,37}{230} \cdot 100 = 0,16 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 1,94 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Protección Térmica en Principio de Línea
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.
Protección diferencial en Principio de Línea
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.
Protección diferencial en Final de Línea
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO

Almacén M. Prima

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

AL M. Prima 1	420 W
AL M. Prima 2	420 W
AL M. Prima 3	420 W
Emergencia M. Prima	77 W
TOTAL....	1337 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1337

Cálculo de la Línea: AL M. Prima 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida
- Longitud: 57 m; Cos φ : 1; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 420 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 420 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{420}{230 \cdot 1} = 1,83 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 40x30 mm. Sección útil: 670 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.42

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{420 \times 57 \times 2}{51,44 \times 230 \times 1,5} = 2,7 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{2,7}{230} \cdot 100 = 1,17 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 3,11 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: AL M. Prima 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida
- Longitud: 47 m; Cos φ : 1; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 420 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 420 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{420}{230 \cdot 1} = 1,83 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 40x30 mm. Sección útil: 670 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.42

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{420 \times 47 \times 2}{51,44 \times 230 \times 1,5} = 2,22 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{2,22}{230} \cdot 100 = 0,97 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 2,91 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: AL M. Prima 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida
- Longitud: 40 m; Cos φ : 1; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 420 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 420 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{420}{230 \cdot 1} = 1,83 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 40x30 mm. Sección útil: 670 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.42

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{420 \times 40 \times 2}{50,46 \times 230 \times 1,5} = 1,89 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{1,89}{230} \cdot 100 = 0,82 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 2,76 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Emergencia M. Prima

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida
- Longitud: 55 m; Cos φ : 1; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 77 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 77 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{77}{230 \cdot 1} = 0,33 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 40x30 mm. Sección útil: 670 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{77 \times 55 \times 2}{51,51 \times 230 \times 1,5} = 0,48 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{0,48}{230} \cdot 100 = 0,21 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 2,15 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Almacén Stock

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: F-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 54 m; Cos φ: 0.8; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1638 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 1638 W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{1638}{230 \cdot 0,8} = 0,18 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x25+TTx16mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

Lad. a 40°C (Fc=1) 140 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP2). Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.2

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{1638 \times 54 \times 2}{51,48 \times 230 \times 25} = 0,6 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{0,6}{230} \cdot 100 = 0,26 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 2,04 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Protección Térmica en Principio de Línea
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.
Protección diferencial en Principio de Línea
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.
Protección diferencial en Final de Línea
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO

Almacén Stock

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

AL Stock 1	420 W
AL Stock 2	560 W
AL Stock 3	560 W
Emergencia Stock	98 W
TOTAL....	1638 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1638

Cálculo de la Línea: AL Stock 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida
- Longitud: 53 m; Cos φ : 1; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 420 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 420 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{420}{230 \cdot 1} = 1,83 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 40x30 mm. Sección útil: 670 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.42

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{420 \times 53 \times 2}{51,44 \times 230 \times 1,5} = 2,51 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{2,51}{230} \cdot 100 = 1,09 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 3,13 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: AL Stock 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida
- Longitud: 38 m; Cos j: 1; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 560 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 560 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{560}{230 \cdot 1} = 2,43 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 40x30 mm. Sección útil: 670 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.74

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{560 \times 38 \times 2}{51,38 \times 230 \times 1,5} = 2,4 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{2,4}{230} \cdot 100 = 1,04 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 3,08 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: AL Stock 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida
- Longitud: 33 m; Cos φ: 1; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 560 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 560 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{560}{230 \cdot 1} = 2,43 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 40x30 mm. Sección útil: 670 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.74

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{560 \times 33 \times 2}{51,38 \times 230 \times 1,5} = 2,09 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{2,09}{230} \cdot 100 = 0,91 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 2,94 \% < 4,5\% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Emergencia Stock

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida

- Longitud: 55 m; Cos φ: 1; Xu (mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 98 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 98 W.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{98}{230 \cdot 1} = 0,43 \text{ A}$$

Se eligen conductores **Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 40x30 mm. Sección útil: 670 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot 2}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} = \frac{98 \times 55 \times 2}{51,51 \times 230 \times 1,5} = 0,61 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{0,61}{230} \cdot 100 = 0,26 \% < 4,5 \% \text{ VÁLIDO}$$

$$\% \Delta U_{Total} = 2,3 \% < 4,5 \% \text{ máx VÁLIDO}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA

- La resistividad del terreno es 300 ohmiosxm.

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

M. conductor de Cu desnudo 35 mm² 280 m.

M. conductor de Acero galvanizado 95 mm²

Picas verticales de Cobre 14 mm

de Acero recubierto Cu 14 mm 1 picas de 2m.

de Acero galvanizado 25 mm

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 2.11 ohmios.

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

Así mismo cabe señalar que la linea principal de tierra no será inferior a 16 mm² en Cu, y la linea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm² en Cu.

3. Pliego de Condiciones

3.1. Condiciones Facultativas

3.1.1. Técnico director de obra.

Corresponde al Técnico Director:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolverlas contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor o Instalador.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuarlas demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor o Instalador, impartándole, en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.

3.1.2. Constructor o instalador.

Corresponde al Constructor o Instalador:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Suscribir con el Técnico Director el acta del replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Técnico Director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

3.1.3. Verificación de los documentos del proyecto.

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

3.1.4. Plan de seguridad y salud en el trabajo.

El Constructor o Instalador, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

3.1.5. Presencia del constructor o instalador en la obra.

El Constructor o Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

3.1.6. Trabajos no estipulados expresamente.

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Técnico Director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

3.1.7. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor o Instalador, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor o Instalador, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Constructor o Instalador podrá requerir del Técnico Director, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

3.1.8. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa.

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Técnico Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

3.1.9. Faltas de personal.

El Técnico Director, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

3.1.10. Caminos y accesos.

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta. El Técnico Director podrá exigir su modificación o mejora.

Asimismo el Constructor o Instalador se obligará a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel exento de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de

la obra en relación al título de la misma, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

3.1.11. Replanteo.

El Constructor o Instalador iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Técnico Director y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Técnico, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

3.1.12. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos.

El Constructor o Instalador dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Técnico Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

3.1.13. Orden de los trabajos.

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

3.1.14. Facilidades para otros contratistas.

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

3.1.15. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Técnico Director en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor o Instalador está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

3.1.16. Prórroga por causa de fuerza mayor.

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor o Instalador, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Técnico. Para ello, el Constructor o Instalador expondrá, en escrito dirigido al Técnico, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

3.1.17. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

3.1.18. Condiciones generales de ejecución de los trabajos.

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

3.1.19. Obras ocultas.

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados: uno, al Técnico; otro a la Propiedad; y el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

3.1.20. Trabajos defectuosos.

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de índole Técnica "del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Técnico, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Técnico Director advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

3.1.21. Vicios ocultos.

Si el Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se observen serán de cuenta del Constructor o Instalador, siempre que los vicios existan realmente.

3.1.22. De los materiales y los aparatos. Su procedencia.

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

3.1.23. Materiales no utilizables.

El Constructor o Instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

3.1.24. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

3.1.25. Limpieza de las obras.

Es obligación del Constructor o Instalador mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

3.1.26. Documentación final de la obra.

El Técnico Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

3.1.27. Plazo de garantía.

El plazo de garantía será de doce meses, y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza.

El Contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra. Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

3.1.28. Conservación de las obras recibidas provisionalmente.

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitivas, correrán a cargo del Contratista.

Por lo tanto, el Contratista durante el plazo de garantía será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad, antes de la Recepción Definitiva.

3.1.29. De la recepción definitiva.

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor o Instalador de reparar a su cargo aquéllos desperfectos inherentes a la norma de conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

3.1.30. Prórroga del plazo de garantía.

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Técnico Director marcará al Constructor o Instalador los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

3.1.31. De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

3.2. Condiciones económicas

3.2.1. Composición de los precios unitarios.

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- a) La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- c) Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.
- e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán Gastos Generales:

- Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración Pública este porcentaje se establece un 13 por 100).

Beneficio Industrial:

- El Beneficio Industrial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución Material:

- Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.

Precio de Contrata:

- El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.
- El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

3.2.2. Precio de contrata. Importe de contrata.

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 13% y el beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro destino.

3.2.3. Precios contradictorios.

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Técnico decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Técnico y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

3.2.4. Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas.

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

3.2.5. De la revisión de los precios contratados.

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al cinco por ciento (5 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 5 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

3.2.6. Acopio de materiales.

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

3.2.7. Responsabilidad del constructor o instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores.

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Técnico Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor o Instalador, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Técnico Director.

Si hecha esta notificación al Constructor o Instalador, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

3.2.8. Relaciones valoradas y certificaciones.

En cada una de las épocas o fechas que se fijan en el contrato o en los "Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Técnico.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente a cada unidad de la obra y a los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones Económicas", respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Técnico Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Técnico Director en la forma prevenida de los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Técnico Director la certificación de las obras ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere.

3.2.9. Mejoras de obras libremente ejecutadas.

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Técnico Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Técnico Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

3.2.10. Abono de trabajos presupuestados con partidaalzada.

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partidaalzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- a) Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partidaalzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partidaalzada, deducidos de los similares contratados.
- c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partidaalzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Técnico Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

3.2.11. Pagos.

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

3.2.12. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras.

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

3.2.13. Demora de los pagos.

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

3.2.14. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios.

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Técnico Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Técnico Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Técnico Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

3.2.15. Unidades de obra defectuosas pero aceptables.

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Técnico Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

3.2.16. Seguro de las obras.

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Técnico Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

3.2.17. Conservación de la obra.

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Técnico Director en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Técnico Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

3.2.18. Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario.

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

3.3. Condiciones Técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones eléctricas en Baja Tensión

3.3.1. Condiciones generales.

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

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

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

3.3.2. Conductores, Empalmes, Aparamenta de Mando y Protecciones

3.3.2.1. Conductores

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
- Conductor: de cobre.
- Formación: unipolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
- Tensión de prueba: 2.500 V.
- Instalación: bajo tubo.
- Normativa de aplicación: UNE 21.031.
- De 0,6/1 kV de tensión nominal.
- Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
- Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).

- Tensión de prueba: 4.000 V.
- Instalación: al aire o en bandeja.
- Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

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

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.

- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.

- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por

las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

3.3.2.2. Empalmes

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratuerca y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

3.3.2.3. Aparamenta de mando y Protecciones

3.3.2.3.1. Cuadros eléctricos.

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provistas de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- el cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

3.3.2.3.2. Interruptores automáticos.

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobreintensidades de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición.

El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

3.3.2.3.3. Fusibles.

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

3.3.2.3.4. Interruptores diferenciales.

1º/ La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2º/ La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_{aRRU}$$

donde:

- R_a es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- U es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

3.3.3. Obra civil

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud.

Si ha habido la posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Los cables de BT se alojarán directamente enterrados bajo la acera a una altura de 0,70 m, en zanjas de 0,80 m de profundidad mínima y una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,60 m.

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se colocará una capa de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, de un espesor mínimo de 0,10 m, sobre la que se depositarán los cables a instalar.

Por encima del cable se colocará otra capa de arena de idénticas características y con unos 0,10 m de espesor, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando existan 1 ó 2 líneas, y por un tubo

y una placa cubrecables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las NI 52.95.01.

Las dos capas de arena cubrirán la anchura total de la zanja, la cual será suficiente para mantener 0,05 m entre los cables y las paredes laterales. A continuación se tenderá.

3.3.4. Normas de ejecución

La ejecución de las instalaciones eléctricas se realizará cumpliendo todas las normas, especificaciones técnicas y homologaciones de las instalaciones eléctricas de baja tensión, ajustándose estrictamente a lo indicado en este proyecto, salvo orden facultativa en contra.

3.3.5. Inspecciones y pruebas en fábrica.

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

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 Mohm.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

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

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la DO.

3.3.6. Seguridad

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.
- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

3.3.7. Limpieza y mantenimiento

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

3.4. Condiciones Técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones eléctricas en Media Tensión

3.4.1. Condiciones generales.

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la compañía distribuidora de energía, para este tipo de materiales. Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del proyecto, aún sin figurar en los otros, es igualmente obligatoria.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la Obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra y antes de iniciarse, el Contratista presentará al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrán utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

3.4.2. Conductores, tendido, empalmes y terminales.

El conductor empleado será el AL EPRTENAX-H COMPACT 12/20 KV de 150 mm² de la marca Prysmian, cuyas características vienen detalladas en la memoria descriptiva.

3.4.2.1. Tendido

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 manera 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 mm². de conductor que no debe sobrepasar al que indique el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción 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 curvas precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable. Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que

sufra golpes o rozaduras. No se permitirá desplazar el cable lateralmente por medio de palancas y otra clase de útiles sino que se deberá hacer siempre a mano. Solo de manera excepcional se autorizará desenrollar al cable fuera de la zanja en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra. Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de 10 cm. de arena 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 en 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 cubiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras y 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 el trabajo en la misma forma en que se encontraban. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación.

El encargado de la obra por parte de la contrata, tendrá las señas de los servicios públicos así como su número de teléfono por si tuviera el mismo que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable se está expuesto a que la zanja de canalización sirva de drenaje con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso si es un talud, se deberá hacer la zanja al bien 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 la 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 IBERDROLA la grabación quedará en la parte inferior para facilitar su conservación.

Cuando dos o más cables de media tensión discurren paralelos entre dos subestaciones, centro de reparto, centros de transformación, etc. deberán señalizarse debidamente, por ello cada metro y medio se colocarán cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito y en fijas de anchos diferentes para cada fase, si son unipolares. De todos modos al ir separados sus ejes 20 cm. mediante un ladrillo rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos C.T.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares, tanto en M.T. como en B.T., 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.

3.4.2.2. Empalmes

Se utilizarán las piezas normalizadas por IBERDROLA teniendo en cuenta las precauciones señaladas en el apartado 1-6.

Este empalme normal que llevará cinta autovulcanizante y protectora, debe quedar perfectamente estanca a los agentes externos ya que para reconstituir el aislamiento no lleva ninguna caja adicional de protección. El espesor del aislamiento reconstituido ser del orden del doble del que normalmente tiene el cable.

3.4.2.3. Terminales

Se seguirán las normas generales indicadas por el fabricante y por IBERDROLA insistiendo en la correcta utilización de las matrices apropiadas y del número de entalladuras para cada sección de cables. Para proteger el tramo de conductor que queda sin aislamiento entre el terminal y la cubierta del cable se utilizará cinta aislante adhesiva de PVC. Se tendrán además en cuenta las indicaciones dadas en el apartado 1-6 sobre todo para el aluminio.

3.4.3. Obra civil.

Las zanjas se ejecutaron de acuerdo a las condiciones establecidas en la memoria técnica, cumpliendo todo lo exigido en la normativa de Iberdrola.

Las zanjas irán por la acera siempre que sea posible, pasando excepcionalmente baja calzada en cruces. En este caso las canalizaciones deberán adaptarse a lo indicado en la normativa.

Las dimensiones de las zanjas y las canalizaciones vienen detallados en los planos adjuntos.

3.4.4. Normas de ejecución.

La ejecución de las instalaciones eléctricas se realizará cumpliendo lo establecido en las NI, ajustándose estrictamente a lo indicado en este proyecto, salvo orden facultativa en contra.

3.5. Condiciones Técnicas para la ejecución y montaje de los Centros de Transformación

3.5.1. Calidad de los materiales

3.5.1.1. Obra civil

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

3.5.1.2. Aparamenta de Media Tensión

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

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.

Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.

- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento. Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

3.5.1.3. Transformadores de potencia

Se plantean dos edificios en este proyecto, uno el llamado Centro de Seccionamiento, que pertenece a la compañía Eléctrica, y otro el llamado Centro de Transformación, que pertenece al cliente o abonado en MT.

El Centro de Seccionamiento no emplea ningún transformador.

El transformador o transformadores instalados en este Centro de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en

los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

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

3.5.1.4. Equipos de medida

Este centro incorpora los dispositivos necesarios para la medida de energía al ser de abonado, por lo que se instalarán en el centro los equipos con características correspondientes al tipo de medida prescrito por la compañía suministradora.

Los equipos empleados corresponderán exactamente con las características indicadas en la Memoria tanto para los equipos montados en la celda de medida (transformadores de tensión e intensidad) como para los montados en la caja de contadores (contadores, regleta de verificación...).

- Puesta en servicio

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

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

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

- Separación de servicio

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

- Mantenimiento

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

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

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

3.5.2. Normas de ejecución de las instalaciones

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

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

3.5.3. Pruebas reglamentarias

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

3.5.3. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

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

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

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

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

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

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

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

3.5.4. Certificados y documentación

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

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

3.5.5. Libro de órdenes

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

4. Presupuesto

4.1. Presupuesto Polígono Industrial

Código	Resumen	Cantidad	Precio	Importe
	CAPÍTULO 1 OBRA CIVIL			
1.1	m3 Excavación zanja 1,25x0,80 Excavación en zanja en terreno de tránsito, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo.	44,00	18,60	818,40
1.2	m3 Excavación zanja 1,00x0,80 Excavación en zanja en terreno de tránsito, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo.	417,00	14,88	6.204,96
1.3	m3 Excavación zanja 0,70x0,60 Excavación en zanja en terreno de tránsito, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo.	21,00	7,81	164,05
1.4	m3 Excavación zanja 0,70x0,45 Excavación en zanja en terreno de tránsito, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo.	510,00	5,86	2.988,09
1.5	m3 Excavación zanja 0,70x0,35 Excavación en zanja en terreno de tránsito, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo.	602,00	4,56	2.743,31
1.6	m3 Relleno Zanja Tierra 1,05x0,80 Relleno y extendido de tierras propias en zanjas, por medios manuales, sin aporte de tierras y con p.p. de medios naturales	12,00	20,24	242,93
1.7	m3 Relleno Zanja Tierra 0,85x0,80 Relleno y extendido de tierras propias en zanjas, por medios manuales, sin aporte de tierras y con p.p. de medios naturales	59,00	16,39	966,89
1.8	m3 Relleno Zanja Tierra 0,80x0,80 Relleno y extendido de tierras propias en zanjas, por medios manuales, sin aporte de tierras y con p.p. de medios naturales	151,00	15,42	2.329,02
1.9	m3 Relleno Zanja Tierra 0,60x0,80 Relleno y extendido de tierras propias en zanjas, por medios manuales, sin aporte de tierras y con p.p. de medios naturales	269,00	11,57	3.111,79
1.10	m3 Relleno Zanja Tierra 0,50x0,60 Relleno y extendido de tierras propias en zanjas, por medios manuales, sin aporte de tierras y con p.p. de medios naturales	48,00	7,23	347,04
1.12	m3 Relleno Zanja Tierra 0,50x0,45 Relleno y extendido de tierras propias en zanjas, por medios manuales, sin aporte de tierras y con p.p. de medios naturales	510,00	5,42	2.765,48

1.12	m3 Relleno Zanja Tierra 0,40x0,35 Relleno y extendido de tierras propias en zanjas, por medios manuales, sin aporte de tierras y con p.p. de medios naturales	602,00	3,37	2.031,15
1.13	m3 Relleno Zanja Tierra Compacta 0,20x0,80 Relleno y extendido de arena en fondo de zanja con recubrimiento de los conductores	212,00	52,80	11.193,60
1.14	m3 Relleno Hormigón HM.21/B/15 0,20x0,80 Relleno y extendido de hormigón en el fondo de la zanja con recubrimiento de los conductores	461,00	5,82	2.684,86
1.15	m3 Relleno Hormigón HM.21/B/15 0,20x0,60 Relleno y extendido de hormigón en el fondo de la zanja con recubrimiento de los conductores	21,00	4,37	91,73
1.16	m3 Relleno Hormigón HM.21/B/15 0,20x0,45 Relleno y extendido de hormigón en el fondo de la zanja con recubrimiento de los conductores	210,00	3,28	687,96
1.17	m3 Relleno Hormigón HM.21/B/15 0,20x0,35 Relleno y extendido de hormigón en el fondo de la zanja con recubrimiento de los conductores	602,00	2,55	1.533,90
1.18	Cimentación para columna de 8 a 12 metros Cimentación 800x800x1200 en hormigón HM-20/P/40, excavación, pernos de enlaje de 300mm y codo de pvc 90º de 100mm de diámetro	87,00	118,60	10.318,20
1.19	Cinta de señalización de cables de PVC	5.800,00	0,72	4.176,00
1.20	uds Arqueta prefabricada Iberdrola 0,80x0,80x1,00	17,00	189,20	3.216,40
1.21	uds Arqueta cruce 0,40x0,40x0,70	14,00	112,50	1.575,00
1.22	uds Arquetas derivación punto de luz 0,40x0,40x0,80	87,00	126,30	10.988,10
1.23	Mano de obra Instalación Arquetas	5.800,00	0,72	4.176,00
Total Capítulo 1 Obra Civil				71.178,86

4.1. Presupuesto Polígono Industrial

Código	Resumen	Cantidad	Precio	Importe
	CAPÍTULO 2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			
2.1	Obra Civil	1,00	8.400,00	11.825,00
2.2	Aparata MT	1,00	11.450,00	35.975,00
2.3	Equipos de potencia	1,00	3.145,00	3.145,00
2.4	Equipos BT	1,00	3.917,00	3.917,00
2.5	Sistema de Tierras	1,00	3.765,00	3.765,00
2.6	Varios	1,00	13.533,00	13.533,00
	Instalación Incluida			
			Total Capítulo 2 Centro de Transformación	72.160,00

4.1. Presupuesto Polígono Industrial

Código	Resumen	Cantidad	Precio	Importe
	CAPÍTULO 3 APARAMENTA BT			
3.1	Cuadro de mando y protección Alumbrado público 1 Salida.	4,00	6.400,00	25.600,00
3.2	Interruptor Magnetotérmico Bipolar 10A	10,00	6,20	62,00
3.3	Interruptor Magnetotérmico Tetrapolar 10A	4,00	29,50	118,00
3.4	Interruptor Diferencial Bipolar 25A 30mA	10,00	15,20	152,00
3.5	Mano de obra Instalación Cuadros	16,00	18,00	288,00
	Total Capítulo Aparamenta BT			26.220,00

4.1. Presupuesto Polígono Industrial

Código	Resumen	Cantidad	Precio	Importe
	CAPÍTULO 4 CONDUCTORES			
4.1	m Conductor de cobre flx RV 0,6/1KV 2x(1x6) mm2	1.362,00	1,89	2.574,18
4.2	m Conductor de aluminio flamex RV0,6/1KV 4x(1x16) mm2	317,00	5,26	1.667,42
4.3	Conductor de cobre TT unipolar 16 mm2	1.679,00	3,01	5.053,79
4.4	Conductor de cobre TT unipolar 25 mm2	610,00	5,26	3.208,60
4.5	m Conductor de aluminio HEPRZ1 12/20kV 3x(1x150) mm2	610,00	32,60	19.886,00
4.6	Tubo corrugado 110 mm diámetro	1.408,00	10,06	14.164,48
4.7	Tubo corrugado 160 mm diámetro	70,00	12,20	854,00
4.8	Juego de tres empalmes para cable seco unipolar 12/20kV hasta 150 mm2	11,00	19,20	211,20
4.9	Juego de tres terminables enchufables de interior de entrada de línea 150 mm2	13,00	20,80	270,40
4.10	Placa enlazable de protección de cables de PVC 250x1000	998,00	3,06	3.053,88
4.11	Certificado de pruebas, medidas y ensayos de los conductores	1,00	800,00	800,00
4.12	Mano de obra Instalación Conductores	1.200,00	18,00	21.600,00
Total Capítulo 4 Conductores				73.343,95

4.1. Presupuesto Polígono Industrial

Código	Resumen	Cantidad	Precio	Importe
	CAPÍTULO 4 LUMINARIAS			
5.1	Luminaria Vial SIMON 104-000719016 Nath L RE optic 8700lm 4000K 67W	87,00	145,00	12.615,00
5.2	Columna Ciudad para proyector Simon. Columna 10 metros con soporte de anclaje y caja de protección con fusibles y p.a.t. Totalmente instalada, incluida la instalación de la luminaria	65,00	980,00	63.700,00
5.2	Columna Ciudad para proyector Simon. Columna 8,5 metros con soporte de anclaje y caja de protección con fusibles y p.a.t. Totalmente instalada, incluida la instalación de la luminaria	6,00	934,00	5.604,00
5.2	Columna Ciudad para proyector Simon. Columna 7 metros con soporte de anclaje y caja de protección con fusibles y p.a.t. Totalmente instalada, incluida la instalación de la luminaria	16,00	860,00	13.760,00
Total Capítulo 5 Luminarias				76.315,00

4.1. Presupuesto Polígono Industrial

Código	Resumen	Cantida	Precio	Importe
	CAPÍTULO 6 ENTRONQUE A/S			
6.1	Entronque A/S Entronque A/S con apoyo metálico cruceta recta RCx-T, juego de tres terminales para entronque aéreo-subterráneo, elemento de corte y protección formado por fusibles tipo XS, herrajes de fijación, soporte A/S, eslabón fusible calibrado, cartucho, cadenas de aislamiento de amarre, accesorios de conexión de línea aérea, pararrayos autovalvulares para 10 KA y 24kV, puesta a tierra de autoválvulas, soporte metálico para sustentación del pararrayos y tubo de aceropara protección del cable subterráneo en el entronque 165x3000. Totalmente instalado			
		1,00	1.820,00	1.820,00
	Total Capítulo 5 Entronque A/S			1.820,00

4.2. Presupuesto Fábrica de Muebles

Código	Resumen	Cantidad	Precio	Importe
	CAPÍTULO 2 CENTRO DETRANSFORMACIÓN			
2.1	Obra Civil	1,00	22.225,00	22.225,00
2.2	Aparamenta MT	1,00	16.512,50	16.512,50
2.3	Equipos de potencia	1,00	8.150,00	8.150,00
2.4	Equipos BT	1,00	4.610,00	4.610,00
2.5	Sistema de Tierras	1,00	3.200,00	3.200,00
2.6	Varios	1,00	1.158,00	1.158,00
Total Capítulo 2 Centro de Transformación				55.855,50

4.2. Presupuesto Fábrica de Muebles

Código	Resumen	Cantidad	Precio	Importe
	CAPÍTULO 3 APARAMENTA BT			
3.1	Interruptor Magnetotérmico Bipolar 10A	25,00	6,20	155,00
3.2	Interruptor Magnetotérmico Tetrapolar 10A	4,00	29,50	118,00
3.3	Interruptor Magnetotérmico Bipolar 16A	5,00	9,05	45,25
3.4	Interruptor Magnetotérmico Tetrapolar 16A	4,00	32,65	130,60
3.5	Interruptor Magnetotérmico Tetrapolar 25A	5,00	36,20	181,00
3.6	Interruptor Magnetotérmico Tetrapolar 30A	3,00	42,10	126,30
3.7	Interruptor Magnetotérmico Bipolar 38A	2,00	15,32	30,64
3.8	Interruptor Magnetotérmico Tetrapolar 38A	7,00	48,12	336,84
3.9	Interruptor Magnetotérmico Tetrapolar 47A	2,00	98,45	196,90
3.10	Interruptor Magnetotérmico Tetrapolar 63A	2,00	112,35	224,70
3.11	Interruptor Diferencial Bipolar 25A 30mA	2,00	35,20	70,40
3.12	Interruptor Diferencial Tetrapolar 25A 30mA	7,00	15,20	106,40
3.13	Interruptor Diferencial Tetrapolar 25A 300mA	2,00	35,90	71,80
3.14	Interruptor Diferencial Bipolar 40A 30mA	3,00	17,34	52,02
3.15	Interruptor Diferencial Tetrapolar 40A 30mA	7,00	108,64	760,48
3.16	Interruptor Diferencial Tetrapolar 40A 300mA	2,00	154,54	309,08
3.17	Interruptor Diferencial Tetrapolar 63A 30mA	4,00	245,45	981,80
3.18	Contactador Bipolar 10A	24,00	11,95	286,80
3.19	Mano de obra	600,00	18,00	10.800,00
Total Capítulo Aparamenta BT				14.984,01

4.2. Presupuesto Fábrica de Muebles

Código	Resumen	Cantidad	Precio	Importe
	CAPÍTULO 4 CONDUCTORES BT			
4.1	m Conductor de cobre H07V-K unipolar 1,5 mm2	1.952,00	0,32	624,64
4.2	Conductor de cobre TT unipolar 1,5 mm2	992,00	0,32	317,44
4.3	m Conductor de cobre H07V-K unipolar 2,5 mm2	1.225,60	0,52	637,31
4.4	Conductor de cobre TT unipolar 2,5 mm2	547,00	0,53	289,91
4.5	m Conductor de cobre H07V-K unipolar 4 mm2	450,60	0,55	247,83
4.6	Conductor de cobre TT unipolar 4 mm2	225,00	1,30	292,50
4.7	m Conductor de cobre H07V-K unipolar 6 mm2	33,80	0,55	18,59
4.8	m Conductor de cobre ES07Z1-K(AS+) unipolar 6 mm2	9,00	2,02	18,18
4.9	m Conductor de cobre VVK unipolar 6 mm2	615,00	2,22	1.365,30
4.10	Conductor de cobre TT unipolar 6 mm2	156,00	1,30	202,80
4.11	m Conductor de cobre H07V-K unipolar 10 mm2	660,60	2,23	1.473,14
4.12	m Conductor de cobre VVK unipolar 6 mm2	1.720,00	2,96	5.091,20
4.13	Conductor de cobre TT unipolar 10 mm2	595,00	2,02	1.201,90
4.14	m Conductor de cobre H07V-K unipolar 16 mm2	248,00	3,03	751,44
4.15	m Conductor de cobre VVK unipolar 16 mm2	356,00	3,99	1.420,44
4.16	Conductor de cobre TT unipolar 16 mm2	218,00	3,01	656,18
4.17	m Conductor de cobre VVK unipolar 25 mm2	268,00	4,51	1.208,68
4.18	Conductor de cobre TT unipolar 25 mm2	279,00	2,74	764,46
4.19	m Conductor de aluminio RZ1-A1(AS) unipolar 240 mm2	130,00	4,04	525,20
4.20	Tubo corrugado 16 mm diámetro	960,00	1,35	1.296,00
4.21	Tubo corrugado 20 mm diámetro	772,00	1,44	1.111,68
4.22	Tubo corrugado 25 mm diámetro	32,30	1,56	50,39
4.23	Tubo corrugado 32 mm diámetro	140,00	2,12	296,80

4.24	Tubo corrugado 40 mm diámetro			
				62,00 2,84 176,08
4.25	Tubo corrugado 160 mm diámetro			
				195,00 10,40 2.028,00
4.26	Canal protegida 40x30 mm			
				34,00 12,25 416,50
4.27	Canal protegida 190x60 mm			
				363,00 18,54 6.730,02
4.28	Mano de obra			
				750,00 18,00 13.500,00
				<hr/>
				Total Capítulo 4 Conductores BT 42.712,61

4.2. Presupuesto Fábrica de Muebles

Código	Resumen	Cantidad	Precio	Importe
	CAPÍTULO 4 LUMINARIAS			
5.1	Proyector Benito Urban 1107044 INCA 70W Completa	106,00	68,00	7.208,00
5.2	Proyector circular Benito Urban 1210047 VSAP-O 100W Completa	35,00	180,00	6.300,00
5.3	Downlight Simon 710510130-483 21W Completa	76,00	29,00	2.204,00
5.4	Mano de obra Instalación luminarias Completa	72,00	18,00	1.296,00
Total Capítulo 5 Luminarias				17.008,00

4.2. Presupuesto Fábrica de Muebles

Código	Resumen	CAPÍTULO 6 SEGURIDAD	Cantidad	Precio	Importe
6.1	Luminaria Emergencia Sagelux 183 lm		41,00	27,50	1.127,50
6.2	Extintor 6 kg polvo ABC		14,00	31,15	436,10
6.3	Extintor 5 kg CO2		76,00	1,00	76,00
6.4	Boca de Incendios Equipada 45 mm diámetro		3,00	14,00	42,00
6.5	Mano de obra Instación equipos de seguridad		48,00	18,00	864,00
Total Capítulo 5 Seguridad					5.230,60

Resumen capítulos anteriores

4.1. Presupuesto Polígono Industrial.

Capítulo 1. Obra Civil 71.178,86 €

Capítulo 2. Centro de Transformación 72.160,00 €

Capítulo 3. Aparamenta BT 26.220,00 €

Capítulo 4. Conductores 73.343,95 €

Capítulo 5. Luminarias 76.315,00 €

Capítulo 6. Entronque A/S 1.820,00 €

TOTAL INSTALACIÓN ELÉCTRICA 321.037,81 €

4.2. Presupuesto Fábrica de Muebles.

Capítulo 1. Línea Subterránea BT 1.011,10 €

Capítulo 2. Centro de Reparto y Transformación 55.855,50 €

Capítulo 3. Aparamenta BT 14.984,01 €

Capítulo 4. Conductores BT 42.712,61 €

Capítulo 5. Luminarias 17.008,00 €

Capítulo 6. Seguridad 5.230,60 €

TOTAL INSTALACIÓN ELÉCTRICA 136.801,82 €