



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES

**MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

**ANEXOS**  
**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA  
INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE  
PRODUCTOS CARNICOS**

Autor:

González Rodríguez, Fernando

Tutor:

Riesco Sanz, Manuel Vicente

Departamento:

Ingeniería Eléctrica

Valladolid, febrero 2024.



<b>1. ANEXO 1: PROYECTO RED DE BAJA TENSIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1. MEMORIA DESCRIPTIVA.....</b>	<b>5</b>
1.1.1. ANTECEDENTES. ....	5
1.1.2. OBJETO DEL PROYECTO. ....	5
1.1.3. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES. ....	5
1.1.4. ACOMETIDA. ....	6
1.1.5. INSTALACIONES DE ENLACE.....	6
1.1.6. INSTALACIONES INTERIORES. ....	9
1.1.7. PROTECCIÓN CONTRA SOBREENTENSIDADES. ....	14
1.1.8. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES. ....	15
1.1.9. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS. ....	17
1.1.10. PUESTAS A TIERRA. ....	18
1.1.11. RECEPTORES DE ALUMBRADO. ....	22
1.1.12. RECEPTORES A MOTOR .....	23
<b>1.2. SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD EN EL TRABAJO .....</b>	<b>24</b>
1.2.1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES .....	24
1.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO. ....	31
1.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. ....	35
1.2.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO. ....	36
1.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.....	41
1.2.6. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL .....	53
<b>1.3. PLIEGO DE CONDICIONES .....</b>	<b>55</b>
1.3.1. CONDICIONES FACULTATIVAS. ....	55
1.3.2. CONDICIONES ECONÓMICAS.....	63
1.3.3. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN .....	69
<b>1.4. CALCULOS RED DE BAJA TENSION.....</b>	<b>96</b>
1.4.1. FÓRMULAS.....	96
1.4.2. DEMANDA DE POTENCIAS .....	102
1.4.3. RESULTADOS.....	102
<b>2. ANEXO 2: PROYECTO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .....</b>	<b>279</b>
<b>2.1. MEMORIA DESCRIPTIVA .....</b>	<b>279</b>
2.1.1. ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN. ....	279
2.1.2. OBJETO DEL PROYECTO. ....	279
2.1.3. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES .....	279
2.1.4. EMPLAZAMIENTO. ....	280
2.1.5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL C.T. ....	280
2.1.6. PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA.....	280
2.1.7. OBRA CIVIL.....	281
2.1.8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA. ....	284
2.1.9. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA. ....	286
2.1.10. PUESTA A TIERRA.....	286
2.1.11. INSTALACIONES SECUNDARIAS. ....	286
2.1.12. PLANOS.....	289
2.1.13. CONCLUSIÓN .....	289
<b>2.2. SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD EN EL TRABAJO .....</b>	<b>289</b>
2.2.1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES. ....	289
2.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. ....	296

2.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.....	297
2.2.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.....	302
2.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....	316
<b>2.3. PLIEGO DE CONDICIONES .....</b>	<b>318</b>
2.3.1. CONDICIONES GENERALES.....	318
2.3.2. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE INTERIOR NO PREFABRICADOS.....	325
<b>2.4. CALCULOS CENTRO DE TRANSFORMACION.....</b>	<b>337</b>
2.4.1. INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN .....	337
2.4.2. INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN .....	337
2.4.3. CORTOCIRCUITO .....	338
2.4.4. EMBARRADO .....	338
2.4.5. PROTECCIONES .....	339
2.4.6. VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .....	340
2.4.7. POZO APAGAFUEGOS .....	340
2.4.8. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	341
<b>3. ANEXO 3: PROYECTO LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN .....</b>	<b>345</b>
<b>3.1. MEMORIA DESCRIPTIVA.....</b>	<b>345</b>
3.1.1. ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN.....	345
3.1.2. OBJETO DEL PROYECTO.....	345
3.1.3. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.....	345
3.1.4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	346
3.1.5. PUESTA A TIERRA.....	348
3.1.6. PROTECCIONES.....	348
<b>3.2. SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD EN EL TRABAJO .....</b>	<b>349</b>
3.2.1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.....	349
3.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....	356
3.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.....	357
3.2.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.....	362
3.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....	373
<b>3.3. PLIEGO DE CONDICIONES .....</b>	<b>375</b>
3.3.1. CONDICIONES GENERALES.....	375
3.3.2. CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN CON CONDUCTORES AISLADOS .....	381
<b>3.4. CALCULOS LINEA DE MEDIA TENSION .....</b>	<b>402</b>
3.4.1. FORMULAS GENERALES.....	402
3.4.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA RED.....	403
3.4.3. RESULTADOS OBTENIDOS.....	403
<b>4. ANEXO 4: PLANOS .....</b>	<b>404</b>



# **1. ANEXO 1: PROYECTO RED DE BAJA TENSIÓN**

## **1.1. MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **1.1.1. ANTECEDENTES.**

Se redacta el presente proyecto de a petición de , con C.I.F.: y domicilio social en nº , de , y a instancia de la Consejería de Trabajo e Industria, Delegación Provincial de y del Excmo. Ayuntamiento de

### **1.1.2. OBJETO DEL PROYECTO.**

El objeto del presente proyecto es el de exponer ante los Organismos Competentes que la instalación que nos ocupa reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicho proyecto.

### **1.1.3. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.**

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002).
- 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.
- Código Técnico de la Edificación, DB SI sobre Seguridad en caso de incendio.
- Código Técnico de la Edificación, DB HE sobre Ahorro de energía.
- Código Técnico de la Edificación, DB SU sobre Seguridad de utilización.
- Código Técnico de la Edificación, DB-HR sobre Protección frente al ruido.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre)
- Normas Técnicas para la accesibilidad y la eliminación de barreras arquitectónicas, urbanísticas y en el transporte.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de

seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### **1.1.4. 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.

Atendiendo a su trazado, al sistema de instalación y a las características de la red, la acometida podrá ser:

- Aérea, posada sobre fachada. Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, y su instalación se hará preferentemente bajo conductos cerrados o canales protectoras. Para los cruces de vías públicas y espacios sin edificar, los cables podrán instalarse amarrados directamente en ambos extremos. La altura mínima sobre calles y carreteras en ningún caso será inferior a 6 m.

- Aérea, tensada sobre postes. Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, y podrán instalarse suspendidos de un cable fiador o mediante la utilización de un conductor neutro fiador. Cuando los cables crucen sobre vías públicas o zonas de posible circulación rodada, la altura mínima sobre calles y carreteras no será en ningún caso inferior a 6 m.

- Subterránea. Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, y podrán instalarse directamente enterrados, enterrados bajo tubo o en galerías, atarjeas o canales revisables.

- Aero-subterránea. Cumplirá las condiciones indicadas en los apartados anteriores. En el paso de acometida subterránea a aérea o viceversa, el cable irá protegido desde la profundidad establecida hasta una altura mínima de 2,5 m por encima del nivel del suelo, mediante conducto rígido de las siguientes características:

- Resistencia al impacto: Fuerte (6 Julios).
- Temperatura mínima de instalación y servicio: - 5 °C.
- Temperatura máxima de instalación y servicio: + 60 °C.
- Propiedades eléctricas: Continuidad eléctrica/aislante.
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos:  $D > 1$  mm.
- Resistencia a la corrosión (conductos metálicos): Protección interior media, exterior alta.
- Resistencia a la propagación de la llama: No propagador.

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.

#### **1.1.5. INSTALACIONES DE ENLACE.**

##### **1.1.5.1. CAJA DE PROTECCIÓN Y MEDIDA.**

Para el caso de suministros a un único usuario, al no existir línea general de alimentación, se colocará en un único elemento la caja general de protección y el equipo de

medida; dicho elemento se denominará caja de protección y medida. En consecuencia, el fusible de seguridad ubicado antes del contador coincide con el fusible que incluye una CGP.

Se instalarán preferentemente sobre las fachadas exteriores de los edificios, en lugares de libre y permanente acceso. Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.

Se instalará siempre en un nicho en pared, que se cerrará con una puerta preferentemente metálica, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50.102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura o candado normalizado por la empresa suministradora. Los dispositivos de lectura de los equipos de medida deberán estar situados a una altura comprendida entre 0,70 y 1,80 m.

En el nicho se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos de entrada de la acometida.

Cuando la fachada no linde con la vía pública, la caja general se situará en el límite entre las propiedades públicas y privadas.

Las cajas de protección y medida a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la Administración Pública competente, en función del número y naturaleza del suministro. Dentro de las mismas se instalarán cortacircuitos fusibles en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación.

Las cajas de protección y medida cumplirán todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 60.439 -1, tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la norma UNE-EN 60.439 -3, una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20.324 e IK 09 según UNE-EN 50.102 y serán precintables.

La envolvente deberá disponer de la ventilación interna necesaria que garantice la no formación de condensaciones. El material transparente para la lectura será resistente a la acción de los rayos ultravioleta.

Las disposiciones generales de este tipo de caja quedan recogidas en la ITC-BT-13.

#### ***1.1.5.2. DERIVACIÓN INDIVIDUAL.***

Es la parte de la instalación que, partiendo de la caja de protección y medida, suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. Comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección. Está regulada por la ITC-BT-15.

Las derivaciones individuales estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.

- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 60.439 -2.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos al efecto.

Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V como mínimo. Para el caso de cables multiconductores o para el caso de derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de tensión asignada 0,6/1 kV. La sección mínima será de 6 mm<sup>2</sup> para los cables polares, neutro y protección y de 1,5 mm<sup>2</sup> para el hilo de mando (para aplicación de las diferentes tarifas), que será de color rojo.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Su clase de reacción al fuego mínima será C<sub>ca</sub>-s1b,d1,a1. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5 o a la norma UNE 211002 cumplen con esta prescripción.

La caída de tensión máxima admisible será, para el caso de derivaciones individuales en suministros para un único usuario en que no existe línea general de alimentación, del 1,5 %.

### ***1.1.5.3. DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCIÓN.***

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual. En establecimientos en los que proceda, se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimento independiente y precintable. Dicha caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1 y 2 m.

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. Se situarán fuera de los locales mojados, y si esto no fuera posible, se protegerán contra las proyecciones de agua, grado de protección IPX4. En este caso, la cubierta y partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicos. 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.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en

que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático.

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

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, de intensidad nominal mínima 25 A, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos (según ITC-BT-22). Tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4,5 kA como mínimo. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.

- Un interruptor diferencial general, de intensidad asignada superior o igual a la del interruptor general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos (según ITC-BT-24). Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

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 del dispositivo de protección (corriente diferencial-residual asignada).

" $U$ " es la tensión de contacto límite convencional (50 V en locales secos y 24 V en locales húmedos).

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.

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.

- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores (según ITC-BT-22).

- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario.

## **1.1.6. INSTALACIONES INTERIORES.**

### **1.1.6.1. CONDUCTORES.**

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados. La tensión asignada no será inferior a 450/750 V. 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 menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3-5 %) y la de la derivación individual (1,5 %), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (4,5-6,5 %). Para instalaciones que se alimenten directamente en alta tensión, mediante un transformador propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen a la salida del transformador, siendo también en este caso las caídas de tensión máximas admisibles del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

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

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

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

<u>Sección conductores fase (mm<sup>2</sup>)</u>	<u>Sección conductores protección (mm<sup>2</sup>)</u>
Sf ≤ 16	Sf
16 < S f ≤ 35	16
Sf > 35	Sf/2

#### **1.1.6.2. IDENTIFICACIÓN DE 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, negro o gris.

#### **1.1.6.3. 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 una planta, 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.

#### **1.1.6.4. EQUILIBRADO DE 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.

#### **1.1.6.5. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.**

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

<u>Tensión nominal instalación</u>	<u>Tensión ensayo corriente continua (V)</u>	<u>Resistencia de aislamiento (MW)</u>
MBTS o MBTP	250	≥0,25
≤ 500 V	500	≥0,50
> 500 V	1000	≥1,00

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2U + 1000$  V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

#### **1.1.6.6. CONEXIONES.**

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse, asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.

Los terminales, empalmes y conexiones de las canalizaciones presentarán un grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua, IPX4.

Las tomas de corriente y aparatos de mando y protección se situarán fuera de los locales mojados, y si esto no fuera posible, se protegerán contra las proyecciones de agua, grado de protección IPX4. En este caso, sus cubiertas y las partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicos.



### ***1.1.6.7. SISTEMAS DE INSTALACIÓN.***

#### ***1.1.6.7.1. Prescripciones Generales.***

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose, para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas o dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua, IPX4.

#### ***1.1.6.7.2. Conductores aislados bajo tubos protectores.***

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.



- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Quando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- El grado de resistencia a la corrosión será como mínimo 4.

Quando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no

pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.

- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.

- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.

- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.

- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.

- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

#### *1.1.6.7.3. Conductores aislados con cubierta bajo canales protectoras aislantes.*

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". El grado de resistencia a la corrosión será 4. Las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en el interior de cajas.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama y aislantes. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

### **1.1.7. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES.**

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreesencias que puedan

presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado. El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

b) Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados. Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

Se instalará, en cualquier caso, un dispositivo de protección en el origen de cada circuito derivado de otro que penetre en el local mojado.

La norma UNE 20.460 -4-43 recoge todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección. La norma UNE 20.460 -4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 -4-43 según sea por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión.

## **1.1.8. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.**

### ***1.1.8.1. CATEGORÍAS DE LAS SOBRETENSIONES.***

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben de tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos.

Se distinguen 4 categorías diferentes, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación.

Tensión nominal instalación

Tensión soportada a impulsos 1,2/50 (kV)

Sistemas III Sistemas II

Categoría IV Categoría III Categoría II Categoría I

230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690	1000	8	6	4	2,5

### Categoría I

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija (ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc). En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

### Categoría II

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija (electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares).

### Categoría III

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad (armarios de distribución, embarrados, aparatos: interruptores, seccionadores, tomas de corriente, etc, canalizaciones y sus accesorios: cables, caja de derivación, etc, motores con conexión eléctrica fija: ascensores, máquinas industriales, etc.

### Categoría IV

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores de energía, aparatos de telemedida, equipos principales de protección contra sobreintensidades, etc).

#### ***1.1.8.2. MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LAS SOBRETENSIONES.***

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- Situación natural: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias, pues se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en la instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad). En este caso se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos indicada en la tabla de categorías, y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.
- Situación controlada: cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias en el origen de la instalación, pues la instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados.

También se considera situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad (continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.).

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

### ***1.1.8.3. SELECCIÓN DE LOS MATERIALES EN LA INSTALACIÓN.***

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla anterior, según su categoría.

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla, se pueden utilizar, no obstante:

- en situación natural, cuando el riesgo sea aceptable.
- en situación controlada, si la protección contra las sobretensiones es adecuada.

## **1.1.9. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.**

### ***1.1.9.1. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.***

#### 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.

#### **1.1.9.2. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.**

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:

$$R_a \times I_a \leq U$$

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).

#### **1.1.10. PUESTAS A TIERRA.**

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.

#### ***1.1.10.1. UNIONES A TIERRA.***

##### **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.

##### **Conductores de tierra.**

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

<u>Tipo</u>	<u>Protegido mecánicamente</u>	<u>No protegido mecánicamente</u>
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección apdo. 7.7.1	16 mm <sup>2</sup> Cu 16 mm <sup>2</sup> Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro	25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro

\* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

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.

#### 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.

#### 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:

<u>Sección conductores fase (mm<sup>2</sup>)</u>	<u>Sección conductores protección (mm<sup>2</sup>)</u>
$S_f \leq 16$	$S_f$
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

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 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm<sup>2</sup>, 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, o
- 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.

#### ***1.1.10.2. 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 mm<sup>2</sup>. Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm<sup>2</sup> 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.

#### ***1.1.10.3. 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.

#### ***1.1.10.4. 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.

#### ***1.1.10.5. SEPARACIÓN ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LAS MASAS DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACIÓN Y DE 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 ( $<100 \text{ ohmios.m}$ ). 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.

#### ***1.1.10.6. REVISIÓN DE LAS TOMAS DE TIERRA.***

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté mas seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

#### **1.1.11. RECEPTORES DE ALUMBRADO.**

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598. Estarán protegidas contra las proyecciones de agua "IPX4" y no serán de

clase 0. No se admiten aparatos de alumbrado portátiles, excepto cuando se utilice como sistema de protección la separación de circuitos o el empleo de muy bajas tensiones de seguridad.

Las masas 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. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. 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.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

### **1.1.12. RECEPTORES A MOTOR**

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 estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

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

## **1.2. SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD EN EL TRABAJO**

### **1.2.1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**

#### ***1.2.1.1. INTRODUCCIÓN.***

La ley **31/1995**, de 8 de noviembre de 1995, de ***Prevención de Riesgos Laborales*** tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las ***normas reglamentarias*** irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los

equipos de trabajo.

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

### ***1.2.1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES***

#### ***1.2.1.2.1. DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES***

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

#### ***1.2.1.2.2. PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.***

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

#### ***1.2.1.2.3. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS.***

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.
- Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
  - Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
  - Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
  - Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
  - Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aún cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:
  - Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
  - Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
- Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.
- Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

#### *1.2.1.2.4. EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN.*

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

#### *1.2.1.2.5. INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.*

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### *1.2.1.2.6. FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.*

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

#### *1.2.1.2.7. MEDIDAS DE EMERGENCIA.*

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

#### *1.2.1.2.8. RIESGO GRAVE E INMINENTE.*

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.



- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

#### *1.2.1.2.9. VIGILANCIA DE LA SALUD.*

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

#### *1.2.1.2.10. DOCUMENTACIÓN.*

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

#### *1.2.1.2.11. COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES*

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadoras de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

#### *1.2.1.2.12. PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS.*

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

#### *1.2.1.2.13. PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD.*

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.



#### *1.2.1.2.14. PROTECCIÓN DE LOS MENORES.*

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

#### *1.2.1.2.15. RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.*

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

#### *1.2.1.2.16. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.*

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

#### *1.2.1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.*

##### *1.2.1.3.1. PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.*

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

#### *1.2.1.3.2. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.*

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

#### *1.2.1.4. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.*

##### *1.2.1.4.1. CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.*

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

##### *1.2.1.4.2. DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN.*

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

##### *1.2.1.4.3. DELEGADOS DE PREVENCIÓN.*

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

## **1.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.**

### ***1.2.2.1. INTRODUCCIÓN.***

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las ***normas reglamentarias*** las que fijarán y concretarán los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, a través de normas mínimas que garanticen la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a *garantizar la seguridad y la salud en los lugares de trabajo*, de manera que de su utilización no se deriven riesgos para los trabajadores.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **486/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las ***disposiciones mínimas de seguridad y de salud aplicables a los lugares de trabajo***, entendiéndose como tales las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo, sin incluir las obras de construcción temporales o móviles.

### ***1.2.2.2. OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO.***

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.

En cualquier caso, los lugares de trabajo deberán cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el presente Real Decreto en cuanto a sus condiciones constructivas, orden, limpieza y mantenimiento, señalización, instalaciones de servicio o protección, condiciones ambientales, iluminación, servicios higiénicos y locales de descanso, y material y locales de primeros auxilios.

### *1.2.2.3. CONDICIONES CONSTRUCTIVAS.*

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán ofrecer seguridad frente a los riesgos de resbalones o caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbaciones o caídas de materiales sobre los trabajadores, para ello el pavimento constituirá un conjunto homogéneo, llano y liso sin solución de continuidad, de material consistente, no resbaladizo o susceptible de serlo con el uso y de fácil limpieza, las paredes serán lisas, guarnecidas o pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas y blanqueadas y los techos deberán resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo y ser lo suficientemente consistentes.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán también facilitar el control de las situaciones de emergencia, en especial en caso de incendio, y posibilitar, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.

Todos los elementos estructurales o de servicio (cimentación, pilares, forjados, muros y escaleras) deberán tener la solidez y resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a que sean sometidos.

Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables, adoptando una superficie libre superior a 2 m<sup>2</sup> por trabajador, un volumen mayor a 10 m<sup>3</sup> por trabajador y una altura mínima desde el piso al techo de 2,50 m. Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.

El suelo deberá ser fijo, estable y no resbaladizo, sin irregularidades ni pendientes peligrosas. Las aberturas, desniveles y las escaleras se protegerán mediante barandillas de 90 cm de altura.

Los trabajadores deberán poder realizar de forma segura las operaciones de abertura, cierre, ajuste o fijación de ventanas, y en cualquier situación no supondrán un riesgo para éstos.

Las vías de circulación deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad. La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos será de 100 cm.

Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista y deberán estar protegidas contra la rotura.

Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones, sino sobre descansos de anchura al menos igual a la de aquellos.

Los pavimentos de las rampas y escaleras serán de materiales no resbaladizos y caso de ser perforados la abertura máxima de los intersticios será de 8 mm. La pendiente de las rampas variará entre un 8 y 12 %. La anchura mínima será de 55 cm para las escaleras de servicio y de 1 m. para las de uso general.

Caso de utilizar escaleras de mano, éstas tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un

riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas. En cualquier caso, no se emplearán escaleras de más de 5 m de altura, se colocarán formando un ángulo aproximado de 75° con la horizontal, sus largueros deberán prolongarse al menos 1 m sobre la zona a acceder, el ascenso, descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán frente a las mismas, los trabajos a más de 3,5 m de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad y no serán utilizadas por dos o más personas simultáneamente.

Las vías y salidas de evacuación deberán permanecer expeditas y desembocarán en el exterior. El número, la distribución y las dimensiones de las vías deberán estar dimensionadas para poder evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente, dotando de alumbrado de emergencia aquellas que lo requieran.

La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión, para ello se dimensionarán todos los circuitos considerando las sobreintensidades previsibles y se dotará a los conductores y resto de aparataje eléctrica de un nivel de aislamiento adecuado.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección conectados a las carcasas de los receptores eléctricos, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada al tipo de local, características del terreno y constitución de los electrodos artificiales).

#### ***1.2.2.4. ORDEN, LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO. SEÑALIZACIÓN***

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos.

Las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento. Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

Los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico.

#### ***1.2.2.5. CONDICIONES AMBIENTALES.***

La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

En los locales de trabajo cerrados deberán cumplirse las condiciones siguientes:

- La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o

similares estará comprendida entre 17 y 27 °C. En los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25 °C.

- La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70 por 100, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50 por 100.
- Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:
  - Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s.
  - Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,5 m/s.
  - Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.
- La renovación mínima del aire de los locales de trabajo será de 30 m<sup>3</sup> de aire limpio por hora y trabajador en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y 50 m<sup>3</sup> en los casos restantes.
- Se evitarán los olores desagradables.

#### ***1.2.2.6. ILUMINACIÓN.***

La iluminación será natural con puertas y ventanas acristaladas, complementándose con iluminación artificial en las horas de visibilidad deficiente. Los puestos de trabajo llevarán además puntos de luz individuales, con el fin de obtener una visibilidad notable. Los niveles de iluminación mínimos establecidos (lux) son los siguientes:

- Áreas o locales de uso ocasional: 50 lux
- Áreas o locales de uso habitual: 100 lux
- Vías de circulación de uso ocasional: 25 lux.
- Vías de circulación de uso habitual: 50 lux.
- Zonas de trabajo con bajas exigencias visuales: 100 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales moderadas: 200 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales altas: 500 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales muy altas: 1000 lux.

La iluminación anteriormente especificada deberá poseer una uniformidad adecuada, mediante la distribución uniforme de luminarias, evitándose los deslumbramientos directos por equipos de alta luminancia.

Se instalará además el correspondiente alumbrado de emergencia y señalización con el fin de poder iluminar las vías de evacuación en caso de fallo del alumbrado general.

#### ***1.2.2.7. SERVICIOS HIGIÉNICOS Y LOCALES DE DESCANSO.***

En el local se dispondrá de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible por los trabajadores.

Se dispondrán vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo, provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, con una capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Si los vestuarios no fuesen necesarios, se dispondrán colgadores o armarios para colocar la ropa.

Existirán aseos con espejos, retretes con descarga automática de agua y papel higiénico y lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otros



sistema de secado con garantías higiénicas. Dispondrán además de duchas de agua corriente, caliente y fría, cuando se realicen habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración. Llevarán alicatados los paramentos hasta una altura de 2 m. del suelo, con baldosín cerámico esmaltado de color blanco. El solado será continuo e impermeable, formado por losas de gres rugoso antideslizante.

Si el trabajo se interrumpiera regularmente, se dispondrán espacios donde los trabajadores puedan permanecer durante esas interrupciones, diferenciándose espacios para fumadores y no fumadores.

#### **1.2.2.8. MATERIAL Y LOCALES DE PRIMEROS AUXILIOS.**

El lugar de trabajo dispondrá de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores y a los riesgos a que estén expuestos.

Como mínimo se dispondrá, en lugar reservado y a la vez de fácil acceso, de un botiquín portátil, que contendrá en todo momento, agua oxigenada, alcohol de 96, tintura de yodo, mercurcromo, gasas estériles, algodón hidrófilo, bolsa de agua, torniquete, guantes esterilizados y desechables, jeringuillas, hervidor, agujas, termómetro clínico, gasas, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas, antiespasmódicos, analgésicos y vendas.

### **1.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.**

#### **1.2.3.1. INTRODUCCIÓN.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud*, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **485/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las **disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo**, entendiéndose como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

#### **1.2.3.2. OBLIGACIONES GENERAL DEL EMPRESARIO**

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos

de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

## **1.2.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.**

### ***1.2.4.1. INTRODUCCIÓN.***

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las ***normas reglamentarias*** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto ***1215/1997*** de 18 de Julio de 1.997 establece las ***disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de***



**los equipos de trabajo**, entendiéndose como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

#### **1.2.4.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.**

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizarán tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

#### **1.2.4.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.**

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o

líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

#### ***1.2.4.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MÓVILES.***

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

#### ***1.2.4.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACIÓN DE CARGAS.***

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

#### ***1.2.4.6. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL.***

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barro y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hinca, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

#### ***1.2.4.7. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.***

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección antiatrapamientos o abrasiones.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antiretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

## **1.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.**

### **1.2.5.1. INTRODUCCION**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los

*riesgos derivados de las condiciones de trabajo.*

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a **garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción.**

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1627/1997** de 24 de Octubre de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción**, entendiéndose como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la *Ejecución de una Edificación de uso Industrial o Comercial* se encuentra incluida en el **Anexo I** de dicha legislación, con la clasificación **a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, d) Montaje y desmontaje de elementos prefabricados, e) Acondicionamiento o instalación, l) Trabajos de pintura y de limpieza y m) Saneamiento.**

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 450759,08 euros.
- b) La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un **estudio básico de seguridad y salud**. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

### **1.2.5.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

#### **1.2.5.2.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.**

Los *Oficios* más comunes en las obras de construcción son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Cubiertas.
- Alicatados.
- Enfoscados y enlucidos.
- Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.

- Carpintería de madera, metálica y cerrajería.
- Montaje de vidrio.
- Pintura y barnizados.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.
- Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.
- Instalación de antenas y pararrayos.

Los *riesgos más frecuentes* durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

#### *1.2.5.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.*

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelo, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilera metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, etc).



Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo están en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por



radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

#### *1.2.5.2.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO*

##### Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.

Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.

Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.

La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.

El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.

Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.

Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.

La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.

La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.

Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

#### Relleno de tierras.

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.

Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

### Encofrados.

Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonés, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.

El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.

Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.

Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán o remacharán, según casos.

Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.

### Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.

Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1'50 m.

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.

Se prohíbe trepar por las armaduras, en cualquier caso.

Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.

Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.

### Trabajos de manipulación del hormigón.

Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.

La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose

las partes susceptibles de movimiento.

Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablones, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado"

En el momento en el que el forjado lo permita, se izará en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.

Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.

#### Montaje de estructura metálica.

Los perfiles se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior al 1'50 m.

Una vez montada la "primera altura" de pilares, se tenderán bajo ésta redes horizontales de seguridad.

Se prohíbe elevar una nueva altura, sin que en la inmediata inferior se hayan concluido los cordones de soldadura.

Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m. de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilera.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

Se prohíbe trepar directamente por la estructura y desplazarse sobre las alas de una viga sin atar el cinturón de seguridad.

El ascenso o descenso a/o de un nivel superior, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m. la altura de desembarco.

El riesgo de caída al vacío por fachadas se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).

#### Montaje de prefabricados.

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15

cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

#### Albañilería.

Los grandes huecos (patios) se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente cada dos plantas, para la prevención de caídas.

Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar, para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

Las rampas de las escaleras estarán protegidas en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

#### Cubiertas.

El riesgo de caída al vacío, se controlará instalando redes de horca alrededor del edificio. No se permiten caídas sobre red superiores a los 6 m. de altura.

Se paralizarán los trabajos sobre las cubiertas bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h., lluvia, helada y nieve.

#### Alicatados.

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas, se ejecutará en vía húmeda, para evitar la formación de polvo ambiental durante el trabajo.

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas se ejecutará en locales abiertos o a la intemperie, para evitar respirar aire con gran cantidad de polvo.

#### Enfoscados y enlucidos.

Las "miras", reglas, tablones, etc., se cargarán a hombro en su caso, de tal forma que al caminar, el extremo que va por delante, se encuentre por encima de la altura del casco de quién lo transporta, para evitar los golpes a otros operarios, los tropezones entre obstáculos, etc.

Se acordonará la zona en la que pueda caer piedra durante las operaciones de proyección de "garbancillo" sobre morteros, mediante cinta de banderolas y letreros de

prohibido el paso.

#### Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.

El corte de piezas de pavimento se ejecutará en vía húmeda, en evitación de lesiones por trabajar en atmósferas pulverulentas.

Las piezas del pavimento se izarán a las plantas sobre plataformas emplintadas, correctamente apiladas dentro de las cajas de suministro, que no se romperán hasta la hora de utilizar su contenido.

Los lodos producto de los pulidos, serán orillados siempre hacia zonas no de paso y eliminados inmediatamente de la planta.

#### Carpintería de madera, metálica y cerrajería.

Los recortes de madera y metálicos, objetos punzantes, cascotes y serrín producidos durante los ajustes se recogerán y se eliminarán mediante las tolvas de vertido, o mediante bateas o plataformas emplintadas amarradas del gancho de la grúa.

Los cercos serán recibidos por un mínimo de una cuadrilla, en evitación de golpes, caídas y vuelcos.

Los listones horizontales inferiores contra deformaciones, se instalarán a una altura en torno a los 60 cm. Se ejecutarán en madera blanca, preferentemente, para hacerlos más visibles y evitar los accidentes por tropiezos.

El "cuelgue" de hojas de puertas o de ventanas, se efectuará por un mínimo de dos operarios, para evitar accidentes por desequilibrio, vuelco, golpes y caídas.

#### Montaje de vidrio.

Se prohíbe permanecer o trabajar en la vertical de un tajo de instalación de vidrio.

Los tajos se mantendrán libres de fragmentos de vidrio, para evitar el riesgo de cortes.

La manipulación de las planchas de vidrio, se ejecutará con la ayuda de ventosas de seguridad.

Los vidrios ya instalados, se pintarán de inmediato a base de pintura a la cal, para significar su existencia.

#### Pintura y barnizados.

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.

Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.

Se prohíbe realizar "pruebas de funcionamiento" en las instalaciones, tuberías de presión, equipos motobombas, calderas, conductos, etc. durante los trabajos de pintura de señalización o de protección de conductos.

#### Instalación eléctrica provisional de obra.

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

- 300 mA. Alimentación a la maquinaria.
- 30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
- 30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

#### Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.

El transporte de tramos de tubería a hombro por un solo hombre, se realizará inclinando la carga hacia atrás, de tal forma que el extremo que va por delante supere la altura de un hombre, en evitación de golpes y tropiezos con otros operarios en lugares poco iluminados o iluminados a contra luz.

Se prohíbe el uso de mecheros y sopletes junto a materiales inflamables.

Se prohíbe soldar con plomo, en lugares cerrados, para evitar trabajos en atmósferas tóxicas.

#### Instalación de antenas y pararrayos.



Bajo condiciones meteorológicas extremas, lluvia, nieve, hielo o fuerte viento, se suspenderán los trabajos.

Se prohíbe expresamente instalar pararrayos y antenas a la vista de nubes de tormenta próximas.

Las antenas y pararrayos se instalarán con ayuda de la plataforma horizontal, apoyada sobre las cuñas en pendiente de encaje en la cubierta, rodeada de barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié, dispuesta según detalle de planos.

Las escaleras de mano, pese a que se utilicen de forma "momentánea", se anclarán firmemente al apoyo superior, y estarán dotados de zapatas antideslizantes, y sobrepasarán en 1 m. la altura a salvar.

Las líneas eléctricas próximas al tajo, se dejarán sin servicio durante la duración de los trabajos.

### ***1.2.5.3. DISPOSICIONES ESPECIFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS***

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un *coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra*, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un *plan de seguridad y salud en el trabajo* en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un *aviso* a la autoridad laboral competente.

## **1.2.6. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL**

### ***1.2.6.1. INTRODUCCIÓN.***

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las *normas de desarrollo reglamentario* las que deben fijar las medidas

mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar *la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual* que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que *no puedan evitarse o limitarse* suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

#### ***1.2.6.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.***

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

##### ***1.2.6.2.1. PROTECTORES DE LA CABEZA.***

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

##### ***1.2.6.2.2. PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.***

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

##### ***1.2.6.2.3. PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.***

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

##### ***1.2.6.2.4. PROTECTORES DEL CUERPO.***

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.

- Comprobador de tensión.

## **1.3. PLIEGO DE CONDICIONES**

### **1.3.1. CONDICIONES FACULTATIVAS.**

#### *1.3.1.1. 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 resolver las 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 efectuar las 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.

### ***1.3.1.2. 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.

### ***1.3.1.3. 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.

#### ***1.3.1.4. 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.

#### ***1.3.1.5. 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.

#### ***1.3.1.6. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE.***

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun 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.

#### ***1.3.1.7. 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.

#### ***1.3.1.8. 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.

#### ***1.3.1.9. 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.

#### ***1.3.1.10. 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.

#### ***1.3.1.11. 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.

#### ***1.3.1.12. 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.

#### ***1.3.1.13. 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.

#### ***1.3.1.14. 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.

#### ***1.3.1.15. 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.



#### ***1.3.1.16. 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.

#### ***1.3.1.17. 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.

#### ***1.3.1.18. 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.

#### ***1.3.1.19. 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.

#### ***1.3.1.20. 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.

#### ***1.3.1.21. 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.

#### ***1.3.1.22. 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.

#### ***1.3.1.23. 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.

#### ***1.3.1.24. 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.

#### ***1.3.1.25. 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.

#### ***1.3.1.26. 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.

#### ***1.3.1.27. 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.

#### ***1.3.1.28. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE.***

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitiva, 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.

#### ***1.3.1.29. 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 aquellos 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.

#### ***1.3.1.30. 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.

### ***1.3.1.31. 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.

## **1.3.2. CONDICIONES ECONÓMICAS**

### ***1.3.2.1. 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 la 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.

#### ***1.3.2.2. PRECIO DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA.***

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualesquiera 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.

#### ***1.3.2.3. 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.

#### ***1.3.2.4. 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).

#### ***1.3.2.5. 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.

#### ***1.3.2.6. 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.

#### ***1.3.2.7. 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.

#### ***1.3.2.8. RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES.***

En cada una de las épocas o fechas que se fijen 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.

#### ***1.3.2.9. 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.

#### ***1.3.2.10. ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA.***

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, 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 partida alzada, 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 partida alzada, deducidos de los similares contratados.

- c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada 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.

#### ***1.3.2.11. 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.

#### ***1.3.2.12. 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 (o/oo) 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.

#### ***1.3.2.13. 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.

#### ***1.3.2.14. 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.

#### ***1.3.2.15. 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.

#### ***1.3.2.16. 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.

#### ***1.3.2.17. 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".

#### ***1.3.2.18. 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.

### **1.3.3. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN**

#### ***1.3.3.1. 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.

### *1.3.3.2. CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.*

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

#### *1.3.3.2.1. CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES.*

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

Tubos en canalizaciones fijas en superficie.

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	4	Fuerte
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
- Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
- Propiedades eléctricas eléctrica/aislante	1-2	Continuidad
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D <sup>3</sup> 1 mm
- Resistencia a la penetración del agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °	2	Contra gotas de agua
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos exterior media y compuestos	2	Protección interior y
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

#### Tubos en canalizaciones empotradas.

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas indicadas a continuación:

1º/ Tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra.

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	2	Ligera
- Resistencia al impacto	2	Ligera
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
- Resistencia al curvado especificadas	1-2-3-4	Cualquiera de las
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D <sup>3</sup> 1 mm
- Resistencia a la penetración del agua cayendo verticalmente	2	Contra gotas de agua cuando el sist
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos exterior media y compuestos	2	Protección interior y
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

2º/ Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas.

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	3	Media
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio precabl. ordinarias)	2	+ 90 °C (+ 60 °C canal.
- Resistencia al curvado especificadas	1-2-3-4	Cualquiera de las
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra el polvo
- Resistencia a la penetración del agua forma de lluvia	3	Protegido contra el agua en
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos exterior media y compuestos	2	Protección interior y
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

#### Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire.

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas a continuación:

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	4	Fuerte
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
- Resistencia al curvado	4	Flexible
- Propiedades eléctricas	1/2	Continuidad/aislado
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D <sup>3</sup> 1 mm
- Resistencia a la penetración del agua cayendo verticalmente	2	Contra gotas de agua
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y exterior elevada y compuestos	2	Protección interior mediana
- Resistencia a la tracción	2	Ligera
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm<sup>2</sup>.

#### Tubos en canalizaciones enterradas.

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	NA	250 N / 450 N / 750 N
- Resistencia al impacto	NA	Ligero / Normal / Normal
- Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
- Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
- Resistencia al curvado especificadas	1-2-3-4	Cualquiera de las
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D <sup>3</sup> 1 mm
- Resistencia a la penetración del agua lluvia	3	Contra el agua en forma de
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos exterior media y compuestos	2	Protección interior y
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Notas:

- NA: No aplicable.
- Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal.

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

### Instalación.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN

- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o

mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.

- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

## 2.2. CONDUCTORES AISLADOS FIJADOS DIRECTAMENTE SOBRE LAS PAREDES.

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

### *1.3.3.2.2. CONDUCTORES AISLADOS ENTERRADOS.*

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

#### *1.3.3.2.3. CONDUCTORES AISLADOS DIRECTAMENTE EMPOTRADOS EN ESTRUCTURAS.*

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5°C y 90°C respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

#### *1.3.3.2.4. CONDUCTORES AISLADOS EN EL INTERIOR DE LA CONSTRUCCIÓN.*

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etc.

#### *1.3.3.2.5. CONDUCTORES AISLADOS BAJO CANALES PROTECTORAS.*

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de



mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

<u>Característica</u>	<u>Grado</u>	
	<u>≤ 16 mm</u>	<u>&gt; 16 mm</u>
<u>Dimensión del lado mayor de la sección transversal</u>		
- Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	+ 15 °C	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	+ 60 °C	+ 60 °C
- Propiedades eléctricas eléctrica/aislante	Aislante	Continuidad
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	No inferior a 2
- Resistencia a la penetración de agua		No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama		No propagador

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 501085.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

#### *1.3.3.2.6. CONDUCTORES AISLADOS BAJO MOLDURAS.*

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos,

temporalmente húmedos o polvorientos. Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables. En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.
- La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 mm<sup>2</sup> serán, como mínimo, de 6 mm.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.
- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del suelo.
- En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.
- Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso (agua, gas, etc.), se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce. La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo de 1 cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3 cm, en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.
- Las conexiones y derivaciones de los conductores se hará mediante dispositivos de conexión con tornillo o sistemas equivalentes.
- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otro material, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.
- Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que la pared está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

#### *1.3.3.2.7. CONDUCTORES AISLADOS EN BANDEJA O SOPORTE DE BANDEJAS.*

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El

fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc, tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

#### *1.3.3.2.8. NORMAS DE INSTALACIÓN EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES NO ELÉCTRICAS.*

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

#### *1.3.3.2.9. ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES.*

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

#### *1.3.3.3. CONDUCTORES.*

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

#### *1.3.3.3.1. MATERIALES.*

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 hidrociorhídrico 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 mm<sup>2</sup> deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

#### *1.3.3.3.2. DIMENSIONADO.*

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.

#### *1.3.3.3.3. IDENTIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES.*

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

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, negro o gris.

#### *1.3.3.3.4. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.*

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tensión nominal instalación    Tensión ensayo corriente continua (V)    Resistencia de aislamiento (MW)

MBTS o MBTP	250	≥ 0,25
≤ 500 V	500	≥ 0,50
> 500 V	1000	≥ 1,00

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2U + 1000$  V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

#### ***1.3.3.4. CAJAS DE EMPALME.***

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 fijador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fijador 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.

#### ***1.3.3.5. MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE.***

Los interruptores y conmutadores cortarían la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de toma una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja,

la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

### ***1.3.3.6. APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCIÓN.***

#### ***1.3.3.6.1. 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 provista 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.

#### *1.3.3.6.2. 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.

#### *1.3.3.6.3. GUARDAMOTORES.*



Los contactores guardamotors serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.

La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras.

La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual accionable desde el interior del cuadro.

En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de característica retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor, se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

#### *1.3.3.6.4. 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.

#### *1.3.3.6.5. 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:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

- $R_a$  es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de

masas.

- Ia 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).

#### *1.3.3.6.6. SECCIONADORES.*

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

#### *1.3.3.6.7. EMBARRADOS.*

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

#### *1.3.3.6.8. PRENSAESTOPAS Y ETIQUETAS.*

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

### **1.3.3.7. RECEPTORES DE ALUMBRADO.**

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

Las masas 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. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. 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.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

### **1.3.3.8. RECEPTORES A MOTOR.**

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 estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

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

Todos los motores de potencia superior a 5 kW tendrán seis bornes de conexión, con tensión de la red correspondiente a la conexión en triángulo del bobinado (motor de 230/400 V para redes de 230 V entre fases y de 400/693 V para redes de 400 V entre fases), de tal manera que será siempre posible efectuar un arranque en estrella-triángulo del motor.

Los motores deberán cumplir, tanto en dimensiones y formas constructivas, como en la asignación de potencia a los diversos tamaños de carcasa, con las recomendaciones europeas IEC y las normas UNE, DIN y VDE. Las normas UNE específicas para motores son la 20.107, 20.108, 20.111, 20.112, 20.113, 20.121, 20.122 y 20.324.

Para la instalación en el suelo se usará normalmente la forma constructiva B-3, con dos platos de soporte, un extremo de eje libre y carcasa con patas. Para montaje vertical, los motores llevarán cojinetes previstos para soportar el peso del rotor y de la polea.

La clase de protección se determina en las normas UNE 20.324 y DIN 40.050. Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección), excepto

para instalación a la intemperie o en ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usarán motores con clase de protección IP 54 (protección total contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección).

Los motores con protecciones IP 44 e IP 54 son completamente cerrados y con refrigeración de superficie.

Todos los motores deberán tener, por lo menos, la clase de aislamiento B, que admite un incremento máximo de temperatura de 80 °C sobre la temperatura ambiente de referencia de 40 °C, con un límite máximo de temperatura del devanado de 130 °C.

El diámetro y longitud del eje, las dimensiones de las chavetas y la altura del eje sobre la base estarán de acuerdo a las recomendaciones IEC.

La calidad de los materiales con los que están fabricados los motores serán las que se indican a continuación:

- carcasa: de hierro fundido de alta calidad, con patas solidarias y con aletas de refrigeración.
- estator: paquete de chapa magnética y bobinado de cobre electrolítico, montados en estrecho contacto con la carcasa para disminuir la resistencia térmica al paso del calor hacia el exterior de la misma. La impregnación del bobinado para el aislamiento eléctrico se obtendrá evitando la formación de burbujas y deberá resistir las sollicitaciones térmicas y dinámicas a las que viene sometido.
- rotor: formado por un paquete ranurado de chapa magnética, donde se alojará el devanado secundario en forma de jaula de aleación de aluminio, simple o doble.
- eje: de acero duro.
- ventilador: interior (para las clases IP 44 e IP 54), de aluminio fundido, solidario con el rotor, o de plástico inyectado.
- rodamientos: de esfera, de tipo adecuado a las revoluciones del rotor y capaces de soportar ligeros empujes axiales en los motores de eje horizontal (se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto a marca, tipo y cantidad de grasa necesaria para la lubricación y su duración).
- cajas de bornes y tapa: de hierro fundido con entrada de cables a través de orificios roscados con prensa-estopas.

Para la correcta selección de un motor, que se hará par servicio continuo, deberán considerarse todos y cada uno de los siguientes factores:

- potencia máxima absorbida por la máquina accionada, incluidas las pérdidas por transmisión.
- velocidad de rotación de la máquina accionada.
- características de la acometida eléctrica (número de fases, tensión y frecuencia).
- clase de protección (IP 44 o IP 54).
- clase de aislamiento (B o F).

- forma constructiva.
- temperatura máxima del fluido refrigerante (aire ambiente) y cota sobre el nivel del mar del lugar de emplazamiento.
- momento de inercia de la máquina accionada y de la transmisión referido a la velocidad de rotación del motor.
- curva del par resistente en función de la velocidad.

Los motores podrán admitir desviaciones de la tensión nominal de alimentación comprendidas entre el 5 % en más o menos. Si se prevén desviaciones hacia la baja superiores al mencionado valor, la potencia del motor deberá "deratarse" de forma proporcional, teniendo en cuenta que, además, disminuirá también el par de arranque proporcional al cuadrado de la tensión.

Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado estatórico sea superiores a 1,5 megohmios. En caso de que sea inferior, el motor será rechazado por la DO y deberá ser secado en un taller especializado, siguiendo las instrucciones del fabricante, o sustituido por otro.

El número de polos del motor se elegirá de acuerdo a la velocidad de rotación de la máquina accionada.

En caso de acoplamiento de equipos (como ventiladores) por medio de poleas y correas trapezoidales, el número de polos del motor se escogerá de manera que la relación entre velocidades de rotación del motor y del ventilador sea inferior a 2,5.

Todos los motores llevarán una placa de características, situada en lugar visible y escrita de forma indeleble, en la que aparecerán, por lo menos, los siguientes datos:

- potencia del motor.
- velocidad de rotación.
- intensidad de corriente a la(s) tensión(es) de funcionamiento.
- intensidad de arranque.
- tensión(es) de funcionamiento.
- nombre del fabricante y modelo.

#### ***1.3.3.9. PUESTAS A TIERRA.***

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.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

#### *1.3.3.9.1. UNIONES A TIERRA.*

##### 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.

##### Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

<u>Tipo</u>	<u>Protegido mecánicamente</u>	<u>No protegido mecánicamente</u>
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección apdo. 7.7.1	16 mm <sup>2</sup> Cu 16 mm <sup>2</sup> Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro	25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro

\* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.



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.

#### 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.

#### 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:

<u>Sección conductores fase (mm<sup>2</sup>)</u>	<u>Sección conductores protección (mm<sup>2</sup>)</u>
$S_f \leq 16$	$S_f$
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

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 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm<sup>2</sup>, 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, o
- 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.

### ***1.3.3.10. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA.***

La aparatenta 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.

### ***1.3.3.11. CONTROL.***

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

#### ***1.3.3.12. 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.

#### ***1.3.3.13. LIMPIEZA.***

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.

#### ***1.3.3.14. MANTENIMIENTO.***

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.

### 1.3.3.15. CRITERIOS DE MEDICIÓN.

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a los especificado en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en el Pliego Particular de Condiciones que les sea de aplicación, o incluso tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapas, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción.

Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas.

La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.

El transporte de los materiales en el interior de la obra estará a cargo de la EIM.

## 1.4. CALCULOS RED DE BAJA TENSION

### 1.4.1. FÓRMULAS

#### 1.4.1.1. INTENSIDAD DE CAÍDA DE TENSIÓN

Para instalaciones monofásicas de usarán las 2 primeras fórmulas, mientras que para los sistemas trifásicos se usarán las 2 últimas.

$$I = \frac{P_c}{U \cdot \cos(\theta) \cdot R}$$
$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P_c}{k \cdot U \cdot n \cdot S \cdot R} + \frac{2 \cdot L \cdot P_c \cdot X_U \cdot \text{sen}(\theta)}{1000 \cdot U \cdot n \cdot R \cdot \cos(\theta)}$$
$$I = \frac{P_c}{1,732 \cdot U \cdot \cos(\theta) \cdot R}$$
$$e = \frac{L \cdot P_c}{k \cdot U \cdot n \cdot S \cdot R} + \frac{L \cdot P_c \cdot X_U \cdot \text{sen}(\theta)}{1000 \cdot U \cdot n \cdot R \cdot \cos(\theta)}$$

Donde:

- $P_c$ : Potencia de cálculo (W)
- $L$ : Longitud de cálculo (m)
- $e$ : Caída de tensión (V)
- $K$ : Conductividad del conductor
- $I$ : Intensidad (I)

- $U$ : Tensión de servicio (V)
- $S$ : Sección del conductor ( $\text{mm}^2$ )
- $\cos(\theta)$ : Factor de potencia
- $R$ : Rendimiento, sólo en líneas de motor
- $n$ : Número de conductores por fase
- $X_U$ : Reactancia por unidad de longitud ( $\frac{m\Omega}{m}$ )

#### 1.4.1.2. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

Se usarán las siguientes ecuaciones:

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

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

$$T = T_o \left[ (T_{m\acute{a}x} - T_o) \cdot \left( \frac{I}{I_{m\acute{a}x}} \right)^2 \right]$$

Donde:

- $K$ : Conductividad del conductor a una determinada temperatura
- $\rho$ : Resistividad del conductor a una determinada temperatura
- $\rho_{20}$ : Resistividad del conductor a 20 °C
  - $Cu = 0,017241 \Omega\text{mm}^2/m$
  - $Al = 0,028264 \Omega\text{mm}^2/m$
- $\alpha$ : Coeficiente de temperatura del conductor
  - $Cu = 0,003929$
  - $Al = 0,004032$
- $T$ : Temperatura del conductor (°C)
- $T_o$ : Temperatura ambiente (°C)
  - Cables enterrados: 25°C
  - Cables al aire: 40°C
- $T_{m\acute{a}x}$ : Temperatura máxima admisible de conductor en función del aislante (°C)
  - XLPE, EPR: 90°C
  - PVC: 70°C
- $I$ : Intensidad prevista por el conductor (A)
- $I_{m\acute{a}x}$ : Intensidad máxima admisible del conductor (A)

#### 1.4.1.3. SOBRECARGAS

Para el cálculo de las protecciones contra sobrecargas se tienen las siguientes formulas:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

Donde:

- $I_b$ : Intensidad que circula por el conductor
- $I_n$ : Intensidad nominal del dispositivo de protección
- $I_z$ : Intensidad admisible del conductor

- $I_2$ : Intensidad que asegura el correcto funcionamiento del dispositivo de protección (para interruptores automáticos se suele tomar como  $1,45 \cdot I_z$ , en caso de fusibles,  $1,6 \cdot I_z$ )

#### 1.4.1.4. COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA

Se tienen las siguientes fórmulas:

$$\tan(\theta) = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

$$Q_C = P \cdot [\tan(\theta_1) - \tan(\theta_2)]$$

- Para sistemas monofásicos o trifásicos conectados en estrella:

$$C = Q_C \cdot \frac{1000}{U^2 \cdot \omega}$$

- Para sistemas trifásicos conectados en triángulo:

$$C = Q_C \cdot \frac{1000}{3 \cdot U^2 \cdot \omega}$$

Donde:

- $P$ : Potencia activa de la instalación ( $W$ )
- $L$ : Potencia reactiva de la instalación ( $kVAr$ )
- $e$ : Potencia reactiva que compensar ( $kVAr$ )
- $\theta_1$ : Ángulo de desfase de la instalación sin compensar
- $\theta_2$ : Ángulo de desfase de la instalación objetivo
- $U$ : Tensión compuesta ( $V$ )
- $\omega$ :  $2 \cdot \pi \cdot f$ ;  $f = 50 \text{ Hz}$
- $C$ : Capacidad de los condensadores ( $C$ )

#### 1.4.1.5. CORTOCIRCUITO

$$I_{PccI} = \frac{C_t \cdot U}{\sqrt{3} \cdot Z_T}$$

Donde:

- $I_{PccI}$ : Intensidad permanente de cortocircuito al inicio de la línea ( $kA$ )
- $C_T$ : Coeficiente de tensión
- $U$ : Tensión monofásica ( $V$ )
- $Z_T$ : Impedancia total aguas arriba del punto de cortocircuito, sin incluir la línea o circuito ( $m\Omega$ )

$$I_{PccF} = \frac{C_t \cdot U_F}{2 \cdot Z_T}$$

Donde:

- $I_{PccF}$ : Intensidad permanente de cortocircuito al fin de la línea ( $kA$ )
- $C_T$ : Coeficiente de tensión
- $U$ : Tensión monofásica ( $V$ )
- $Z_T$ : Impedancia total incluyendo la propia de la línea o circuito ( $m\Omega$ )

La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_T = \sqrt{R_T^2 + X_T^2}$$

Donde:

- $R_T$ : Suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de cortocircuito.
- $X_T$ : Suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de cortocircuito.

$$R = \frac{1000 \cdot L \cdot C_R}{k \cdot S \cdot n}$$

$$X = \frac{X_u \cdot L}{n}$$

Donde:

- $R$ : Resistencia de la línea ( $m\Omega$ )
- $X$ : Reactancia de la línea ( $m\Omega$ )
- $L$ : Longitud de la línea ( $m$ )
- $C_R$ : Coeficiente de resistividad
- $K$ : Conductividad del metal
- $S$ : Sección de la línea ( $mm^2$ )
- $X_u$ : Reactancia de la línea por unidad de longitud ( $m\Omega/m$ )
- $n$ : Número de conductores por fase.

$$t_{mcicc} = \frac{C_C \cdot S^2}{I_{PccF}^2}$$

Donde:

- $t_{mcicc}$ : Tiempo máximo que un conductor soporta una intensidad permanente de cortocircuito ( $s$ )
- $C_C$ : Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento
- $S$ : Sección de la línea ( $mm^2$ )
- $I_{PccF}$ : Intensidad permanente de cortocircuito al fin de la línea ( $kA$ )

$$t_{ficc} = \frac{cte\ fusible}{I_{PccF}^2}$$

Donde:

- $t_{ficc}$ : Tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito ( $s$ )
- $I_{PccF}$ : Intensidad permanente de cortocircuito al fin de la línea ( $kA$ )

$$L_{m\acute{a}x} = \frac{0,8 \cdot U_F}{2 \cdot I_{F5} \cdot \sqrt{\left(\frac{1,5}{K \cdot S \cdot n}\right)^2 + \left(\frac{X_U}{1000 \cdot n}\right)^2}}$$

Donde:

- $L_{m\acute{a}x}$ : Longitud máxima de conductor protegido a cortocircuito ( $m$ )
- $U_F$ : Tensión de fase ( $V$ )
- $K$ : Conductividad

- $S$ : Sección del conductor ( $mm^2$ )
- $X_U$ : Reactancia por unidad de longitud ( $m\Omega/m$ )
- $n$ : Número de conductores por fase.
- $C_T$ : Coeficiente de tensión
- $C_R$ : Coeficiente de resistividad
- $I_{F5}$ : Intensidad de fusión de fusible a los 5 segundos (A)

Curvas válidas para protección de Interruptores Automáticos dotados de relé electromagnético:

- Curva B:  $I_{mag} = 5 \cdot I_n$
- Curva C:  $I_{mag} = 10 \cdot I_n$
- Curva D y MA:  $I_{mag} = 20 \cdot I_n$

#### 1.4.1.6. EMBARRADO

Para el cálculo electrodinámico se emplea la siguiente expresión:

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{I_{PCC}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot n \cdot W_y}$$

Donde:

- $\sigma_{m\acute{a}x}$ : Tensión máxima en las pletinas ( $kg/cm^2$ )
- $I_{PCC}$ : Intensidad permanente de cortocircuito (kA)
- $L$ : Separación entre apoyos (cm)
- $d$ : Separación entre pletinas (cm)
- $n$ : Número de pletinas por fase.
- $W_y$ : Modulo resistente por pletina en el eje y-y ( $cm^3$ )

Para la comprobación de la sollicitación térmica en el cortocircuito:

$$I_{CCSS} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}}$$

- $I_{CCSS}$ : Intensidad de cortocircuito soportada por el conductor durante el tiempo de duración del cortocircuito (kA)
- $S$ : Sección total de las pletinas ( $mm^2$ )
- $t_{cc}$ : Tiempo de duración del cortocircuito (s)
- $K_c$ : Constante del conductor
  - $Cu = 164$
  - $Al = 107$

#### 1.4.1.7. RESISTENCIA DE TIERRA

Para el caso de una placa enterrada:

$$R_T = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}$$

Donde:

- $R_T$ : Resistencia de tierra ( $\Omega$ )
- $\rho$ : Resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ )
- $P$ : Perímetro de la placa ( $m$ )



Para el caso de una pica vertical:

$$R_T = \frac{\rho}{L}$$

Donde:

- $R_T$ : Resistencia de tierra ( $\Omega$ )
- $\rho$ : Resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ )
- $L$ : Longitud de la pica ( $m$ )

Para el caso de un conductor enterrado horizontalmente:

$$R_T = 2 \cdot \frac{\rho}{L}$$

Donde:

- $R_T$ : Resistencia de tierra ( $\Omega$ )
- $\rho$ : Resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ )
- $L$ : Longitud del conductor ( $m$ )

Para el caso de una asociación en paralelo de varios electrodos:

$$R_T = \frac{1}{\frac{L_C}{2 \cdot \rho} + \frac{L_P}{\rho} + \frac{P}{0,8 \cdot \rho}}$$

Donde:

- $R_T$ : Resistencia de tierra ( $\Omega$ )
- $\rho$ : Resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ )
- $L_C$ : Longitud total del conductor ( $m$ )
- $L_P$ : Longitud total de las picas ( $m$ )
- $P$ : Perímetro de las placas ( $m$ )

## 1.4.2. DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S1 MATAD	93800 W
S2 JAM	213600 W
S3 LMCH	111800 W
S4 SG NAVE	245878 W
S5 SG CENT	176000 W
S6 OFIC	77700 W
S7 SERVES	28400 W
S9 EME AL	1240 W
S10 EME FZA	290000 W
TOTAL....	1238418 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 13218

- Potencia Instalada Fuerza (W): 1225200

- Potencia Máxima Admisible (kVA): 1600

## 1.4.3. RESULTADOS

### Cálculo de la Línea: TRAF0 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Barras Blindadas
- Longitud: 6 m; Cos j: 0.95; Xu(mW/m): 0.1;
- Potencia aparente trafo: 800 kVA.
- Índice carga c: 0.66.

$$I = Ct \times St \times 1000 / (1.732 \times U) = 1 \times 800 \times 1000 / (1.732 \times 400) = 1154.73 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x600/300mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 1350 A. barras blindadas

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 76.58

$$e(\text{parcial}) = (6 \times 759999.99 / 47.45 \times 400 \times 600) + (6 \times 759999.99 \times 0.1 \times 0.31 / 1000 \times 400 \times 1 \times 0.95) = 0.78$$

V.=0.19 %

e(total)=0.19% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 1250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 1250 A.

### Cálculo de la Línea: TRAF0 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Barras Blindadas
- Longitud: 4 m; Cos j: 0.95; Xu(mW/m): 0.1;
- Potencia aparente trafo: 800 kVA.
- Índice carga c: 0.66.

$$I = Ct \times St \times 1000 / (1.732 \times U) = 1 \times 800 \times 1000 / (1.732 \times 400) = 1154.73 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x600/300mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 1350 A. barras blindadas

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 76.58

$$e(\text{parcial}) = (4 \times 759999.99 / 47.45 \times 400 \times 600) + (4 \times 759999.99 \times 0.1 \times 0.31 / 1000 \times 400 \times 1 \times 0.95) = 0.52$$

$$V. = 0.13 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.13\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 1250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 1250 A.

### Cálculo de la Línea: S8. EMERG

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 13 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0;

- Potencia activa: 292.23 kW.

- Potencia aparente generador: 355 kVA.

$$I = Cg \times Sg \times 1000 / (1.732 \times U) = 1.25 \times 355 \times 1000 / (1.732 \times 400) = 640.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2(4x150+TTx95)mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 718 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 150x60 mm. Sección útil: 7132 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 79.79

$$e(\text{parcial}) = 13 \times 301750.01 / 46.97 \times 400 \times 2 \times 150 = 0.7 \text{ V.} = 0.17 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.17\% \text{ ADMIS (1.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 800 A. Térmico reg. Int.Reg.: 679 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactor:

Contactor Tetrapolar In: 1000 A.

Contactor Tetrapolar In: 1000 A.

### Cálculo de la Batería de Condensadores

En el cálculo de la potencia reactiva a compensar, para que la instalación en estudio presente el factor de potencia deseado, se parte de los siguientes datos:

Suministro: Trifásico.

Tensión Compuesta: 400 V.

Potencia activa: 1238418 W.

CosØ actual: 0.8.  
CosØ a conseguir: 0.95.  
Conexión de condensadores: en Triángulo.

Los resultados obtenidos son:

Potencia Reactiva a compensar (kVAr): 521.77  
Gama de Regulación: (1:2:4)  
Potencia de Escalón (kVAr): 74.54  
Capacidad Condensadores (µF): 494.29

La secuencia que debe realizar el regulador de reactiva para dar señal a las diferentes salidas es:

Gama de regulación; 1:2:4 (tres salidas).

1. Primera salida.
  2. Segunda salida.
  3. Primera y segunda salida.
  4. Tercera salida.
  5. Tercera y primera salida.
  6. Tercera y segunda salida.
  7. Tercera, primera y segunda salida.
- Obteniéndose así los siete escalones de igual potencia.

Se recomienda utilizar escalones múltiplos de 5 kVAr.

#### Cálculo de la Línea: Bateria Condensadores

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 8 m; Xu(mW/m): 0;
- Potencia reactiva: 521765.06 VAr.

$$I = CRe \times Qc / (1.732 \times U) = 1.5 \times 521765.08 / (1.732 \times 400) = 1129.69 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3(3x185+TTx95)mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 1227 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 400x100 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 34506 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 82.38

$$e(\text{parcial}) = 8 \times 521765.08 / 46.58 \times 400 \times 3 \times 185 = 0.4 \text{ V.} = 0.1 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.29\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 1250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 1178 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

### Cálculo de la Línea: S1 MATAD

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 130 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 93800 W.
- Potencia de cálculo:  
56280 W.(Coef. de Simult.: 0.6 )

$$I=56280/1,732 \times 400 \times 0.8=101.54 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x25+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 115 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 400x100 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 34506 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 78.98

$$e(\text{parcial})=130 \times 56280 / 47.09 \times 400 \times 25=15.54 \text{ V.}=3.88 \%$$

$$e(\text{total})=4.08\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Aut./Tri. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 108 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 125 A.

Elemento de Maniobra:

Contador

### **SUBCUADRO**

#### **S1 MATAD**

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S1.1 MUDES	12600 W
S1.2. ESCH	31050 W
S1.3 DESV	11100 W
S1.4 ORRET	33600 W
S1.5. DESP	5450 W
TOTAL....	93800 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 93800

### Cálculo de la Línea: S1.1 MUDES

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 15 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 12600 W.
- Potencia de cálculo:  
8820 W.(Coef. de Simult.: 0.7 )

$$I=8820/1,732 \times 400 \times 0.8=15.91 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP2). Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.15

$$e(\text{parcial})=15 \times 8820 / 50.79 \times 400 \times 2.5=2.6 \text{ V.}=0.65 \%$$

$$e(\text{total})=4.73\% \text{ NO ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 16 A.

## **SUBCUADRO**

### **S1.1 MUDES**

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S1.1. RESTR	4000 W
S1.1.2 CATRA	3600 W
S.1.1.3 MUDES	5000 W
TOTAL....	12600 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 12600

#### Cálculo de la Línea: S1.1. RESTR

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: 4000 W.

$$I=4000/1,732 \times 400 \times 0.8=7.22 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.52

$e(\text{parcial})=30 \times 4000 / 52.9 \times 400 \times 2.5 = 2.27 \text{ V.} = 0.57 \%$

$e(\text{total})=5.3\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S1.1.2 CATRA

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 25 m; Cos j: 0.8;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 3600 W.

- Potencia de cálculo: 3600 W.

$I=3600 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 6.5 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $3 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.66

$e(\text{parcial})=25 \times 3600 / 53.07 \times 400 \times 2.5 = 1.7 \text{ V.} = 0.42 \%$

$e(\text{total})=5.15\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S.1.1.3 MUDES

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 15 m; Cos j: 0.8;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 5000 W.

- Potencia de cálculo: 5000 W.

$I=5000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 9.02 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $3 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.06

$e(\text{parcial}) = 15 \times 5000 / 52.43 \times 400 \times 2.5 = 1.43 \text{ V} = 0.36 \%$

$e(\text{total}) = 5.09\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

## **CALCULO DE EMBARRADO S1.1 MUDES**

### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- n° pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- $W_x, I_x, W_y, I_y$  (cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>): 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

### a) Cálculo electrodinámico

$$s_{\text{max}} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 0.67^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 58.083 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 15.91 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 110 \text{ A}$$

### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 0.67 \text{ kA}$$

$$I_{\text{cccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{\text{cc}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 5.57 \text{ kA}$$

## Cálculo de la Línea: S1.2. ESCH

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 20 m; Cos j: 0.8;  $X_u$ (mW/m): 0;



- Potencia a instalar: 31050 W.
- Potencia de cálculo:  
24840 W.(Coef. de Simult.: 0.8 )

$$I=24840/1,732 \times 400 \times 0.8=44.82 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 68 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP2). Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.72

e(parcial)= $20 \times 24840 / 49.83 \times 400 \times 10 = 2.49 \text{ V.} = 0.62 \%$

e(total)=4.7% NO ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tripolar Int. 50 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 50 A.

## SUBCUADRO

### S1.2. ESCH

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S1.2.1. PELA	7450 W
S1.2.2 CCDES	10000 W
S.2.3 FREG1	4000 W
S1.2.4. FREG2	4000 W
S1.2.5 HORCH	2000 W
S1.2.6 CATRA	3600 W
TOTAL....	31050 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 31050

#### Cálculo de la Línea: S1.2.1. PELA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 7450 W.
- Potencia de cálculo: 7450 W.

$$I=7450/1,732 \times 400 \times 0.8=13.44 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 55.68  
 $e(\text{parcial})=25 \times 7450 / 50.87 \times 400 \times 2.5 = 3.66 \text{ V.} = 0.92 \%$   
 $e(\text{total})=5.62\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.  
Protección diferencial:  
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S1.2.2 CCDES

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: 10000 W.

$I=10000/1,732 \times 400 \times 0.8=18.04 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 68.26  
 $e(\text{parcial})=35 \times 10000 / 48.76 \times 400 \times 2.5 = 7.18 \text{ V.} = 1.79 \%$   
 $e(\text{total})=6.5\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 20 A.  
Protección diferencial:  
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S.2.3 FREG1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: 4000 W.

$I=4000/1,732 \times 400 \times 0.8=7.22 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.52

$e(\text{parcial})=25 \times 4000 / 52.9 \times 400 \times 2.5 = 1.89 \text{ V.} = 0.47 \%$

$e(\text{total})=5.17\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S1.2.4. FREG2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 25 m; Cos j: 0.8;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 4000 W.

- Potencia de cálculo: 4000 W.

$I=4000/1,732 \times 400 \times 0.8=7.22 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.52

$e(\text{parcial})=25 \times 4000 / 52.9 \times 400 \times 2.5 = 1.89 \text{ V.} = 0.47 \%$

$e(\text{total})=5.17\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S1.2.5 HORCH

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 2000 W.

- Potencia de cálculo: 2000 W.

$I=2000/1,732 \times 400 \times 0.8=3.61 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.13

$e(\text{parcial})=10 \times 2000 / 53.56 \times 400 \times 2.5 = 0.37 \text{ V.} = 0.09 \%$

$e(\text{total})=4.79\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S1.2.6 CATRA

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip. Tubos Superf. o Emp. Obra

- Longitud: 20 m; Cos j: 0.8;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 3600 W.

- Potencia de cálculo: 3600 W.

$I=3600/1,732 \times 400 \times 0.8=6.5 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.66

$e(\text{parcial})=20 \times 3600 / 53.07 \times 400 \times 2.5 = 1.36 \text{ V.} = 0.34 \%$

$e(\text{total})=5.04\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### **CALCULO DE EMBARRADO S1.2. ESCH**

##### Datos

- Metal: Cu

- Estado pletinas: desnudas

- n° pletinas por fase: 1

- Separación entre pletinas,  $d(\text{cm})$ : 10

- Separación entre apoyos,  $L(\text{cm})$ : 25

- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

##### Pletina adoptada

- Sección ( $\text{mm}^2$ ): 24

- Ancho (mm): 12

- Espesor (mm): 2
- $W_x, I_x, W_y, I_y$  (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>): 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

#### a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 1.04^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 139.969 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

#### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 44.82 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

#### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 1.04 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{cc}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 5.57 \text{ kA}$$

#### Cálculo de la Línea: S1.3 DESV

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 25 m; Cos j: 0.8;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 11100 W.
- Potencia de cálculo:  
7770 W.(Coef. de Simult.: 0.7 )

$$I = 7770 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 14.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP2). Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 52.53

$$e(\text{parcial}) = 25 \times 7770 / (51.43 \times 400 \times 2.5) = 3.78 \text{ V.} = 0.94 \%$$

$$e(\text{total}) = 5.02\% \text{ NO ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 16 A.

### **SUBCUADRO**

#### **S1.3 DESV**

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S1.3.1 SIEEL1	3750 W
S1.3.2. SIEEL2	3750 W
S1.3.3 CATRA	3600 W
TOTAL....	11100 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 11100

#### Cálculo de la Línea: S1.3.1 SIEEL1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 3750 W.
- Potencia de cálculo: 3750 W.

$$I=3750/1,732 \times 400 \times 0.8=6.77 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.97

$$e(\text{parcial})=10 \times 3750 / 53.01 \times 400 \times 2.5=0.71 \text{ V.}=0.18 \%$$

$$e(\text{total})=5.2\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S1.3.2. SIEEL2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 3750 W.
- Potencia de cálculo: 3750 W.

$$I=3750/1,732 \times 400 \times 0.8=6.77 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.97

$e(\text{parcial})=15 \times 3750 / 53.01 \times 400 \times 2.5 = 1.06 \text{ V.} = 0.27 \%$

$e(\text{total})=5.29\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### Cálculo de la Línea: S1.3.3 CATRA

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 3600 W.

- Potencia de cálculo: 3600 W.

$I=3600/1,732 \times 400 \times 0.8=6.5 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.66

$e(\text{parcial})=10 \times 3600 / 53.07 \times 400 \times 2.5 = 0.68 \text{ V.} = 0.17 \%$

$e(\text{total})=5.19\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### **CALCULO DE EMBARRADO S1.3 DESV**

#### Datos

- Metal: Cu

- Estado pletinas: desnudas

- nº pletinas por fase: 1

- Separación entre pletinas,  $d(\text{cm})$ : 10

- Separación entre apoyos,  $L(\text{cm})$ : 25

- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

#### Pletina adoptada

- Sección ( $\text{mm}^2$ ): 24

- Ancho (mm): 12

- Espesor (mm): 2

- $W_x, I_x, W_y, I_y$  (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>): 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

#### a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 0.49^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 31.595 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

#### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 14.02 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

#### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 0.49 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{cc}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 5.57 \text{ kA}$$

#### Cálculo de la Línea: S1.4 ORRET

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 40 m; Cos j: 0.8;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 33600 W.
- Potencia de cálculo:  
26880 W.(Coef. de Simult.: 0.8 )

$$I = 26880 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 48.5 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 91 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP2). Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 54.2

$$e(\text{parcial}) = 40 \times 26880 / (51.13 \times 400 \times 16) = 3.29 \text{ V.} = 0.82 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.9\% \text{ NO ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tripolar Int. 63 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 63 A.

### **SUBCUADRO S1.4 ORRET**

#### DEMANDA DE POTENCIAS



- Potencia total instalada:

S1.4.1 CORRE	30000 W
S1.4.2 CATRA	3600 W
TOTAL....	33600 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 33600

#### Cálculo de la Línea: S1.4.1 CORRE

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 30000 W.
- Potencia de cálculo: 30000 W.

$$I=30000/1,732 \times 400 \times 0.8=54.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 77 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 64.71

$$e(\text{parcial})=20 \times 30000 / 49.34 \times 400 \times 16=1.9 \text{ V.}=0.48 \%$$

$$e(\text{total})=5.37\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC [s].

#### Cálculo de la Línea: S1.4.2 CATRA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 3600 W.
- Potencia de cálculo: 3600 W.

$$I=3600/1,732 \times 400 \times 0.8=6.5 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.66

$e(\text{parcial})=10 \times 3600 / 53.07 \times 400 \times 2.5 = 0.68 \text{ V.} = 0.17 \%$   
 $e(\text{total})=5.07\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

## **CALCULO DE EMBARRADO S1.4 ORRET**

### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>): 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

### a) Cálculo electrodinámico

$s_{\text{max}} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 0.97^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 122.474 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$

### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

I<sub>cal</sub> = 48.5 A

I<sub>adm</sub> = 110 A

### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

I<sub>pcc</sub> = 0.97 kA

I<sub>cccs</sub> = K<sub>c</sub> · S / (1000 · Ö<sub>tcc</sub>) = 164 · 24 · 1 / (1000 · Ö0.5) = 5.57 kA

### Cálculo de la Línea: S1.5. DESP

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 45 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 5450 W.
- Potencia de cálculo:

4905 W.(Coef. de Simult.: 0.9 )

$I=4905/1,732 \times 400 \times 0.8=8.85$  A.

Se eligen conductores Tripolares 3x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 38 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP2). Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.71

$e(\text{parcial})=45 \times 4905/53.25 \times 400 \times 4=2.59$  V.=0.65 %

$e(\text{total})=4.73\%$  NO ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 16 A.

## **SUBCUADRO**

### **S1.5. DESP**

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S1.5.1 CISDE1	370 W
S1.5.2 CISDE2	370 W
S1.5.3 CISDE3	370 W
S1.5.4 CISDE4	370 W
S1.5.5 CISDE5	370 W
S1.5.6. CATRA	3600 W
TOTAL....	5450 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 5450

#### Cálculo de la Línea: S1.5.1 CISDE1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 40 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 370 W.

- Potencia de cálculo: 370 W.

$I=370/1,732 \times 400 \times 0.8=0.67$  A.

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$e(\text{parcial})=40 \times 370 / 53.77 \times 400 \times 2.5 = 0.28 \text{ V.} = 0.07 \%$

$e(\text{total})=4.79\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S1.5.2 CISDE2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 45 m; Cos j: 0.8;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 370 W.

- Potencia de cálculo: 370 W.

$I=370/1,732 \times 400 \times 0.8 = 0.67 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $3 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$e(\text{parcial})=45 \times 370 / 53.77 \times 400 \times 2.5 = 0.31 \text{ V.} = 0.08 \%$

$e(\text{total})=4.8\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S1.5.3 CISDE3

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 50 m; Cos j: 0.8;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 370 W.

- Potencia de cálculo: 370 W.

$I=370/1,732 \times 400 \times 0.8 = 0.67 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $3 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$e(\text{parcial})=50 \times 370 / 53.77 \times 400 \times 2.5 = 0.34 \text{ V.} = 0.09 \%$

$e(\text{total})=4.81\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S1.5.4 CISDE4

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 55 m; Cos j: 0.8;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 370 W.

- Potencia de cálculo: 370 W.

$I=370/1,732 \times 400 \times 0.8=0.67 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $3 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$e(\text{parcial})=55 \times 370 / 53.77 \times 400 \times 2.5 = 0.38 \text{ V.} = 0.09 \%$

$e(\text{total})=4.82\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S1.5.5 CISDE5

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 60 m; Cos j: 0.8;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 370 W.

- Potencia de cálculo: 370 W.

$I=370/1,732 \times 400 \times 0.8=0.67 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $3 \times 4 + \text{TT} \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02  
 $e(\text{parcial})=60 \times 370 / 53.77 \times 400 \times 4 = 0.26 \text{ V.} = 0.06 \%$   
 $e(\text{total})=4.79\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S1.5.6. CATRA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 3600 W.
- Potencia de cálculo: 3600 W.

$I=3600/1,732 \times 400 \times 0.8=6.5 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.66

$e(\text{parcial})=10 \times 3600 / 53.07 \times 400 \times 2.5 = 0.68 \text{ V.} = 0.17 \%$

$e(\text{total})=4.9\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### **CALCULO DE EMBARRADO S1.5. DESP**

##### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas,  $d(\text{cm})$ : 10
- Separación entre apoyos,  $L(\text{cm})$ : 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

##### Pletina adoptada

- Sección ( $\text{mm}^2$ ): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- $W_x, I_x, W_y, I_y (\text{cm}^3, \text{cm}^4)$  : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008

- I. admisible del embarrado (A): 110

a) Cálculo electrodinámico

$$s_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 0.46^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 26.987 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 8.85 \text{ A}$$
$$I_{\text{adm}} = 110 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 0.46 \text{ kA}$$
$$I_{\text{cccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{\text{cc}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot 0.5) = 5.57 \text{ kA}$$

## **CALCULO DE EMBARRADO S1 MATAD**

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- W<sub>x</sub>, I<sub>x</sub>, W<sub>y</sub>, I<sub>y</sub> (cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>): 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

a) Cálculo electrodinámico

$$s_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 1.43^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 267.114 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 101.54 \text{ A}$$
$$I_{\text{adm}} = 110 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 1.43 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}tcc) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 5.57 \text{ kA}$$

### Cálculo de la Línea: S2 JAM

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 40 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 213600 W.
- Potencia de cálculo:  
149520 W.(Coef. de Simult.: 0.7 )

$$I = 149520 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 269.77 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x95+TTx50mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 271 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 400x100 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 34506 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 89.55

$$e(\text{parcial}) = 40 \times 149520 / (45.55 \times 400 \times 95) = 3.46 \text{ V.} = 0.86 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Aut./Tri. In.: 400 A. Térmico reg. Int.Reg.: 270 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 320 A.

Elemento de Maniobra:

Contador

### **SUBCUADRO**

#### **S2 JAM**

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S2.1 OBJAM	37660 W
S2.2 CLBOES	147000 W
S2.3 EXCON	14740 W
S2.4 DELON	14200 W
TOTAL....	213600 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 213600

### Cálculo de la Línea: S2.1 OBJAM



- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 37660 W.
- Potencia de cálculo:  
26362 W.(Coef. de Simult.: 0.7 )

$$I=26362/1,732 \times 400 \times 0.8=47.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 68 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 64.46

$$e(\text{parcial})=10 \times 26362 / 49.38 \times 400 \times 10 = 1.33 \text{ V.} = 0.33 \%$$

$$e(\text{total})=1.39\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tripolar Int. 50 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 50 A.

## **SUBCUADRO**

### **S2.1 OBJAM**

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S2.1.1 CICLA	370 W
S2.1.2 CLASI	1400 W
S2.1.3 CTRA1	370 W
S2.1.4. CTRA2	370 W
S2.1.5 BATRA	370 W
S2.1.6 DESAN	3000 W
S2.1.7 BONIT	2200 W
S2.1.8 MEROT	250 W
S2.1.9 SALAD	9000 W
S2.1.10 SOPLA	5000 W
S2.1.11 LAVAD	3500 W
S2.1.12 COPLA	330 W
S2.1.13 BASCU	3000 W
S2.1.14 CLIQB	8500 W
TOTAL....	37660 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 37660

Cálculo de la Línea: S2.1.1 CICLA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 370 W.
- Potencia de cálculo: 370 W.

$$I=370/1,732 \times 400 \times 0.8=0.67 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial})=10 \times 370 / 53.77 \times 400 \times 2.5=0.07 \text{ V.}=0.02 \%$$

$$e(\text{total})=1.41\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S2.1.2 CLASI

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1400 W.
- Potencia de cálculo: 1400 W.

$$I=1400/1,732 \times 400 \times 0.8=2.53 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.55

$$e(\text{parcial})=15 \times 1400 / 53.67 \times 400 \times 2.5=0.39 \text{ V.}=0.1 \%$$

$$e(\text{total})=1.49\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S2.1.3 CTRA1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 370 W.
- Potencia de cálculo: 370 W.

$$I=370/1,732 \times 400 \times 0.8=0.67 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial})=20 \times 370 / 53.77 \times 400 \times 2.5=0.14 \text{ V.}=0.03 \%$$

$$e(\text{total})=1.43\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S2.1.4. CTRA2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 370 W.
- Potencia de cálculo: 370 W.

$$I=370/1,732 \times 400 \times 0.8=0.67 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial})=20 \times 370 / 53.77 \times 400 \times 2.5=0.14 \text{ V.}=0.03 \%$$

$$e(\text{total})=1.43\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S2.1.5 BATRA

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 370 W.
- Potencia de cálculo: 370 W.

$$I=370/1,732 \times 400 \times 0.8=0.67 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial})=20 \times 370 / 53.77 \times 400 \times 2.5=0.14 \text{ V.}=0.03 \%$$

$$e(\text{total})=1.43\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S2.1.6 DESAN

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: 3000 W.

$$I=3000/1,732 \times 400 \times 0.8=5.41 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.54

$$e(\text{parcial})=25 \times 3000 / 53.28 \times 400 \times 2.5=1.41 \text{ V.}=0.35 \%$$

$$e(\text{total})=1.74\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S2.1.7 BONIT

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 20 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 2200 W.
- Potencia de cálculo: 2200 W.

$$I=2200/1,732 \times 400 \times 0.8=3.97 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.37

$$e(\text{parcial})=20 \times 2200 / 53.51 \times 400 \times 2.5=0.82 \text{ V.}=0.21 \%$$

$$e(\text{total})=1.6\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S2.1.8 MEROT

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: 250 W.

$$I=250/1,732 \times 400 \times 0.8=0.45 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$$e(\text{parcial})=15 \times 250 / 53.77 \times 400 \times 2.5=0.07 \text{ V.}=0.02 \%$$

$$e(\text{total})=1.41\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S2.1.9 SALAD

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I=9000/1,732 \times 400 \times 0.8=16.24 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62.89

$$e(\text{parcial})=25 \times 9000 / 49.64 \times 400 \times 2.5=4.53 \text{ V.}=1.13 \%$$

$$e(\text{total})=2.52\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S2.1.10 SOPLA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: 5000 W.

$$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8=9.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.06

$$e(\text{parcial})=30 \times 5000 / 52.43 \times 400 \times 2.5=2.86 \text{ V.}=0.72 \%$$

$$e(\text{total})=2.11\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S2.1.11 LAVAD

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 3500 W.

- Potencia de cálculo: 3500 W.

$$I=3500/1,732 \times 400 \times 0.8=6.31 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.46

$$e(\text{parcial})=35 \times 3500 / 53.11 \times 400 \times 2.5=2.31 \text{ V.}=0.58 \%$$

$$e(\text{total})=1.97\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S2.1.12 COPLA

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 40 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 330 W.

- Potencia de cálculo: 330 W.

$$I=330/1,732 \times 400 \times 0.8=0.6 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.03

$$e(\text{parcial})=40 \times 330 / 53.77 \times 400 \times 2.5=0.25 \text{ V.}=0.06 \%$$

$$e(\text{total})=1.45\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S2.1.13 BASCU

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 30 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 3000 W.

- Potencia de cálculo: 3000 W.

$$I=3000/1,732 \times 400 \times 0.8=5.41 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.54

$$e(\text{parcial})=30 \times 3000 / 53.28 \times 400 \times 2.5=1.69 \text{ V.}=0.42 \%$$

$$e(\text{total})=1.81\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S2.1.14 CLIOB

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 40 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 8500 W.

- Potencia de cálculo: 8500 W.

$$I=8500/1,732 \times 400 \times 0.8=15.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 60.42

$$e(\text{parcial})=40 \times 8500 / 50.05 \times 400 \times 2.5=6.79 \text{ V.}=1.7 \%$$

$$e(\text{total})=3.09\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### **CALCULO DE EMBARRADO S2.1 OBJAM**

##### Datos

- Metal: Cu

- Estado pletinas: desnudas

- n° pletinas por fase: 1

- Separación entre pletinas, d(cm): 10



- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

#### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 60
- Ancho (mm): 20
- Espesor (mm): 3
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 0.2, 0.2, 0.03, 0.0045
- I. admisible del embarrado (A): 220

#### a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 5.11^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.03 \cdot 1) = 905.695 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

#### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 47.56 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 220 \text{ A}$$

#### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 5.11 \text{ kA}$$

$$I_{ccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{cc}) = 164 \cdot 60 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 13.92 \text{ kA}$$

#### Cálculo de la Línea: S2.2 CLBOES

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 30 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 147000 W.
- Potencia de cálculo:  
117600 W.(Coef. de Simult.: 0.8 )

$$I = 117600 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 212.18 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x70+TTx35mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 223 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 85.27

$$e(\text{parcial}) = 30 \times 117600 / (46.16 \times 400 \times 70) = 2.73 \text{ V.} = 0.68 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.74\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tri. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 218 A.

Protección Térmica en Final de Línea  
I. de Corte en Carga Int. 250 A.

## **SUBCUADRO S2.2 CLBOES**

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S2.2.1 CLIMAT	12000 W
S2.2.2 BODE1	30000 W
S2.2.3 BODE 2	30000 W
S2.2.4 BODE3	30000 W
S2.2.5 ESTUF	45000 W
TOTAL....	147000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 147000

### Cálculo de la Línea: S2.2.1 CLIMAT

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 12000 W.
- Potencia de cálculo: 12000 W.

$$I=12000/1,732 \times 400 \times 0.8=21.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62.89

$$e(\text{parcial})=50 \times 12000 / 49.64 \times 400 \times 4=7.55 \text{ V.}=1.89 \%$$

$$e(\text{total})=3.63\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### Cálculo de la Línea: S2.2.2 BODE1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 30000 W.

- Potencia de cálculo: 30000 W.

$$I=30000/1,732 \times 400 \times 0.8=54.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 77 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 64.71

$$e(\text{parcial})=30 \times 30000 / 49.34 \times 400 \times 16=2.85 \text{ V.}=0.71 \%$$

$$e(\text{total})=2.45\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S2.2.3 BODE 2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 45 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 30000 W.

- Potencia de cálculo: 30000 W.

$$I=30000/1,732 \times 400 \times 0.8=54.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 77 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 64.71

$$e(\text{parcial})=45 \times 30000 / 49.34 \times 400 \times 16=4.28 \text{ V.}=1.07 \%$$

$$e(\text{total})=2.81\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S2.2.4 BODE3

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 60 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 30000 W.

- Potencia de cálculo: 30000 W.

$I=30000/1,732 \times 400 \times 0.8=54.13$  A.

Se eligen conductores Unipolares 3x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 77 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 64.71

$e(\text{parcial})=60 \times 30000/49.34 \times 400 \times 16=5.7$  V.=1.43 %

$e(\text{total})=3.17\%$  ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S2.2.5 ESTUF

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 15 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 45000 W.

- Potencia de cálculo: 45000 W.

$I=45000/1,732 \times 400 \times 0.8=81.19$  A.

Se eligen conductores Unipolares 3x25+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 100 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 72.96

$e(\text{parcial})=15 \times 45000/48.01 \times 400 \times 25=1.41$  V.=0.35 %

$e(\text{total})=2.09\%$  ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 91 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

#### **CALCULO DE EMBARRADO S2.2 CLBOES**

##### Datos

- Metal: Cu

- Estado pletinas: desnudas

- n° pletinas por fase: 1

- Separación entre pletinas, d(cm): 10

- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

#### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 120
- Ancho (mm): 40
- Espesor (mm): 3
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 0.8, 1.6, 0.06, 0.009
- I. admisible del embarrado (A): 420

#### a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 8.29^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.06 \cdot 1) = 1194.148 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

#### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 212.18 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 420 \text{ A}$$

#### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 8.29 \text{ kA}$$

$$I_{ccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{cc}) = 164 \cdot 120 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 27.83 \text{ kA}$$

#### Cálculo de la Línea: S2.3 EXCON

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 90 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 14740 W.
- Potencia de cálculo:  
10318 W.(Coef. de Simult.: 0.7 )

$$I = 10318 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 18.62 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 38 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 52

$$e(\text{parcial}) = 90 \times 10318 / (51.52 \times 400 \times 4) = 11.26 \text{ V.} = 2.82 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.87\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tripolar Int. 20 A.

Protección Térmica en Final de Línea  
I. de Corte en Carga Int. 20 A.

## **SUBCUADRO** **S2.3 EXCON**

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S2.3.1 CONF JR	370 W
S2.3.2 CONF JP	370 W
S2.3.3 FREID1	2000 W
S2.3.4 FREID2	2000 W
S2.3.5 LAVPAL	5000 W
S2.3.6 MUECAR	5000 W
TOTAL....	14740 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 14740

### Cálculo de la Línea: S2.3.1 CONF JR

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 370 W.
- Potencia de cálculo: 370 W.

$$I=370/1,732 \times 400 \times 0.8=0.67 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial})=20 \times 370 / 53.77 \times 400 \times 2.5=0.14 \text{ V.}=0.03 \%$$

$$e(\text{total})=3.91\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### Cálculo de la Línea: S2.3.2 CONF JP

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 370 W.
- Potencia de cálculo: 370 W.

$$I=370/1,732 \times 400 \times 0.8=0.67 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial})=10 \times 370 / 53.77 \times 400 \times 2.5=0.07 \text{ V.}=0.02 \%$$

$$e(\text{total})=3.89\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S2.3.3 FREID1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.

$$I=2000/1,732 \times 400 \times 0.8=3.61 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.13

$$e(\text{parcial})=25 \times 2000 / 53.56 \times 400 \times 2.5=0.93 \text{ V.}=0.23 \%$$

$$e(\text{total})=4.11\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S2.3.4 FREID2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.

- Potencia de cálculo: 2000 W.

$$I=2000/1,732 \times 400 \times 0.8=3.61 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.13

$$e(\text{parcial})=30 \times 2000 / 53.56 \times 400 \times 2.5=1.12 \text{ V.}=0.28 \%$$

$$e(\text{total})=4.15\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S2.3.5 LAVPAL

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 40 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 5000 W.

- Potencia de cálculo: 5000 W.

$$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8=9.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.06

$$e(\text{parcial})=40 \times 5000 / 52.43 \times 400 \times 2.5=3.81 \text{ V.}=0.95 \%$$

$$e(\text{total})=4.83\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S2.3.6 MUECAR

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 45 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 5000 W.

- Potencia de cálculo: 5000 W.



$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8=9.02$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 47.06

$e(\text{parcial})=45 \times 5000 / 52.43 \times 400 \times 2.5=4.29$  V. = 1.07 %

$e(\text{total})=4.95\%$  ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

## **CALCULO DE EMBARRADO S2.3 EXCON**

### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

### Pletina adoptada

- Sección ( $\text{mm}^2$ ): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- $W_x, I_x, W_y, I_y$  ( $\text{cm}^3, \text{cm}^4$ ): 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

### a) Cálculo electrodinámico

$s_{\text{max}} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 0.33^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 13.919 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$

### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$I_{\text{cal}} = 18.62$  A

$I_{\text{adm}} = 110$  A

### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$I_{\text{pcc}} = 0.33$  kA

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \dot{O}tcc) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 5.57 \text{ kA}$$

### Cálculo de la Línea: S2.4 DELON

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 110 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 14200 W.
- Potencia de cálculo:  
12780 W.(Coef. de Simult.: 0.9 )

$$I = 12780 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 23.06 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 38 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.41

$$e(\text{parcial}) = 110 \times 12780 / (50.4 \times 400 \times 4) = 17.43 \text{ V.} = 4.36 \%$$

$$e(\text{total}) = 5.42\% \text{ NO ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tripolar Int. 25 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 25 A.

## **SUBCUADRO**

### **S2.4 DELON**

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S2.6.1 LONCH	7000 W
S2.6.2 CAMVAC	7200 W
TOTAL....	14200 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 14200

### Cálculo de la Línea: S2.6.1 LONCH

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 7000 W.
- Potencia de cálculo: 7000 W.

$$I=7000/1,732 \times 400 \times 0.8=12.63 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 53.85

$$e(\text{parcial})=20 \times 7000 / 51.19 \times 400 \times 2.5=2.73 \text{ V.}=0.68 \%$$

$$e(\text{total})=6.1\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

### Cálculo de la Línea: S2.6.2 CAMVAC

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 25 m; Cos j: 0.8;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 7200 W.

- Potencia de cálculo: 7200 W.

$$I=7200/1,732 \times 400 \times 0.8=12.99 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 54.65

$$e(\text{parcial})=25 \times 7200 / 51.05 \times 400 \times 2.5=3.53 \text{ V.}=0.88 \%$$

$$e(\text{total})=6.3\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### **CALCULO DE EMBARRADO S2.4 DELON**

#### Datos

- Metal: Cu

- Estado pletinas: desnudas

- nº pletinas por fase: 1

- Separación entre pletinas, d(cm): 10

- Separación entre apoyos, L(cm): 25

- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

#### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

#### a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / ( 60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 0.27^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 9.386 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

#### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 23.06 \text{ A}$$
$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

#### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 0.27 \text{ kA}$$
$$I_{cccs} = K_c \cdot S / ( 1000 \cdot \ddot{O}t_{cc}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 5.57 \text{ kA}$$

### **CALCULO DE EMBARRADO S2 JAM**

#### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

#### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 250
- Ancho (mm): 50
- Espesor (mm): 5
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 2.08, 5.2, 0.208, 0.052
- I. admisible del embarrado (A): 630

#### a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / ( 60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 15.26^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.208 \cdot 1) = 1166.15 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 269.77 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 630 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 15.26 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{cc}) = 164 \cdot 250 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 57.98 \text{ kA}$$

Cálculo de la Línea: S3 LMCH

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 80 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 111800 W.
- Potencia de cálculo:  
67080 W.(Coef. de Simult.: 0.6 )

$$I = 67080 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 121.03 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x35+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 143 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 400x100 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 34506 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 75.82

$$e(\text{parcial}) = 80 \times 67080 / (47.57 \times 400 \times 35) = 8.06 \text{ V.} = 2.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.21\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tri. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 125 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 125 A.

Elemento de Maniobra:

Contador

**SUBCUADRO**

**S3 LMCH**

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S3.1 OBLCH

64280 W

S.3.2 LABAN

1000 W

S3.3 CAMAC	20000 W
S3.4 ENV	16200 W
S3.5. STOK	10320 W
TOTAL....	111800 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 111800

#### Cálculo de la Línea: S3.1 OBLCH

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 20 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 64280 W.
- Potencia de cálculo:  
44996 W.(Coef. de Simult.: 0.7 )

$$I=44996/1,732 \times 400 \times 0.8=81.19 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 91 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP4). Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 79.8

$$e(\text{parcial})=20 \times 44996 / 46.97 \times 400 \times 16=2.99 \text{ V.}=0.75 \%$$

$$e(\text{total})=2.96\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Aut./Tri. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 86 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 100 A.

### **SUBCUADRO**

#### **S3.1 OBLCH**

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S3.1.1 BOMADO	9800 W
S3.1.2 EMBLOM	5000 W
S3.1.3 TEGRAL	500 W
S3.1.4 PICCAR	15000 W
S3.1. AMACAR	4480 W
S3.1.6 EMBCHO	8000 W
S3.1.7 GRACHO	500 W
S3.1.8 BASCUL	3000 W
S3.1.9 CLIOBR	18000 W
TOTAL....	64280 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 64280

#### Cálculo de la Línea: S3.1.1 BOMADO

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 9800 W.
- Potencia de cálculo: 9800 W.

$$I=9800/1,732 \times 400 \times 0.8=17.68 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.14

$$e(\text{parcial})=30 \times 9800 / 48.94 \times 400 \times 2.5=6.01 \text{ V.}=1.5 \%$$

$$e(\text{total})=4.46\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S3.1.2 EMBLOM

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: 5000 W.

$$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8=9.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.06

$$e(\text{parcial})=25 \times 5000 / 52.43 \times 400 \times 2.5=2.38 \text{ V.}=0.6 \%$$

$$e(\text{total})=3.55\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S3.1.3 TEGRAL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.

$$I=500/1,732 \times 400 \times 0.8=0.9 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.07

$$e(\text{parcial})=20 \times 500 / 53.76 \times 400 \times 2.5=0.19 \text{ V.}=0.05 \%$$

$$e(\text{total})=3\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S3.1.4 PICCAR

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: 15000 W.

$$I=15000/1,732 \times 400 \times 0.8=27.06 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 75.76

$$e(\text{parcial})=30 \times 15000 / 47.58 \times 400 \times 4=5.91 \text{ V.}=1.48 \%$$

$$e(\text{total})=4.43\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 32 A.

Protección diferencial:



Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S3.1. AMACAR

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 4480 W.
- Potencia de cálculo: 4480 W.

$$I=4480/1,732 \times 400 \times 0.8=8.08 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.67

$$e(\text{parcial})=20 \times 4480 / 52.69 \times 400 \times 2.5=1.7 \text{ V.}=0.43 \%$$

$$e(\text{total})=3.38\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S3.1.6 EMBCHO

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 8000 W.
- Potencia de cálculo: 8000 W.

$$I=8000/1,732 \times 400 \times 0.8=14.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.09

$$e(\text{parcial})=15 \times 8000 / 50.45 \times 400 \times 2.5=2.38 \text{ V.}=0.59 \%$$

$$e(\text{total})=3.55\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### Cálculo de la Línea: S3.1.7 GRACHO

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.

$$I=500/1,732 \times 400 \times 0.8=0.9 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.07

$$e(\text{parcial})=10 \times 500 / 53.76 \times 400 \times 2.5=0.09 \text{ V.}=0.02 \%$$

$$e(\text{total})=2.98\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### Cálculo de la Línea: S3.1.8 BASCUL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: 3000 W.

$$I=3000/1,732 \times 400 \times 0.8=5.41 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.54

$$e(\text{parcial})=10 \times 3000 / 53.28 \times 400 \times 2.5=0.56 \text{ V.}=0.14 \%$$

$$e(\text{total})=3.1\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### Cálculo de la Línea: S3.1.9 CLIOBR

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 40 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 18000 W.
- Potencia de cálculo: 18000 W.

$$I=18000/1,732 \times 400 \times 0.8=32.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 41 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 71.37

$$e(\text{parcial})=40 \times 18000 / 48.26 \times 400 \times 6=6.22 \text{ V.}=1.55 \%$$

$$e(\text{total})=4.51\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### **CALCULO DE EMBARRADO S3.1 OBLCH**

#### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

#### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

#### a) Cálculo electrodinámico

$$s_{\text{max}} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 2.1^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 573.076 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

#### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

Ical = 81.19 A  
Iadm = 110 A

### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

I<sub>pcc</sub> = 2.1 kA  
I<sub>cccs</sub> = K<sub>c</sub> · S / ( 1000 · Öt<sub>cc</sub>) = 164 · 24 · 1 / (1000 · Ö0.5) = 5.57 kA

### Cálculo de la Línea: S.3.2 LABAN

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 25 m; Cos j: 0.8; X<sub>u</sub>(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

I=1000/1,732x400x0.8=1.8 A.

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP4). Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.21

e(parcial)=25x1000/53.73x400x2.5=0.47 V.=0.12 %

e(total)=2.32% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### Cálculo de la Línea: S3.3 CAMAC

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 35 m; Cos j: 0.8; X<sub>u</sub>(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: 20000 W.

I=20000/1,732x400x0.8=36.09 A.

Se eligen conductores Tripolares 3x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 49 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP4). Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.12  
 $e(\text{parcial})=35 \times 20000 / 48.94 \times 400 \times 6 = 5.96 \text{ V.} = 1.49 \%$   
 $e(\text{total})=3.7\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### Cálculo de la Línea: S3.4 ENV

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 45 m; Cos j: 0.8;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 16200 W.
- Potencia de cálculo:  
14580 W.(Coef. de Simult.: 0.9 )

$I=14580 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 26.31 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tripolares 3x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 38 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP4). Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63.96

$e(\text{parcial})=45 \times 14580 / 49.46 \times 400 \times 4 = 8.29 \text{ V.} = 2.07 \%$

$e(\text{total})=4.28\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tripolar Int. 32 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 32 A.

## **SUBCUADRO**

### **S3.4 ENV**

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S3.4.1 CAMVAC	7200 W
S3.4.2 ENVGASI	8000 W
S3.4.3 CERCAJ	1000 W
TOTAL....	16200 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 16200

#### Cálculo de la Línea: S3.4.1 CAMVAC

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 7200 W.
- Potencia de cálculo: 7200 W.

$$I=7200/1,732 \times 400 \times 0.8=12.99 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 54.65

$$e(\text{parcial})=15 \times 7200 / 51.05 \times 400 \times 2.5=2.12 \text{ V.}=0.53 \%$$

$$e(\text{total})=4.81\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S3.4.2 ENVGASI

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 8000 W.
- Potencia de cálculo: 8000 W.

$$I=8000/1,732 \times 400 \times 0.8=14.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.09

$$e(\text{parcial})=10 \times 8000 / 50.45 \times 400 \times 2.5=1.59 \text{ V.}=0.4 \%$$

$$e(\text{total})=4.68\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S3.4.3 CERCAJ

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I=1000/1,732 \times 400 \times 0.8=1.8 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.28

$$e(\text{parcial})=10 \times 1000 / 53.72 \times 400 \times 2.5=0.19 \text{ V.}=0.05 \%$$

$$e(\text{total})=4.33\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

## CALCULO DE EMBARRADO S3.4 ENV

### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

### a) Cálculo electrodinámico

$$s_{\text{max}} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 0.55^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 39.817 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 26.31 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 110 \text{ A}$$

### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 0.55 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}tcc) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 5.57 \text{ kA}$$

#### Cálculo de la Línea: S3.5. STOK

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 85 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 10320 W.
- Potencia de cálculo:  
7224 W.(Coef. de Simult.: 0.7 )

$$I = 7224 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 13.03 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP4). Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.83

$$e(\text{parcial}) = 85 \times 7224 / (51.73 \times 400 \times 2.5) = 11.87 \text{ V.} = 2.97 \%$$

$$e(\text{total}) = 5.18\% \text{ NO ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 16 A.

### **SUBCUADRO**

#### **S3.5. STOK**

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S3.5.1 CAMSTO	5320 W
S23.5.2 MUECAR	5000 W
TOTAL....	10320 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 10320

#### Cálculo de la Línea: S3.5.1 CAMSTO

- Tensión de servicio: 400 V.



- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 5320 W.
- Potencia de cálculo: 5320 W.

$$I=5320/1,732 \times 400 \times 0.8=9.6 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48

$$e(\text{parcial})=20 \times 5320 / 52.25 \times 400 \times 2.5=2.04 \text{ V.}=0.51 \%$$

$$e(\text{total})=5.68\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S23.5.2 MUECAR

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: 5000 W.

$$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8=9.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.06

$$e(\text{parcial})=10 \times 5000 / 52.43 \times 400 \times 2.5=0.95 \text{ V.}=0.24 \%$$

$$e(\text{total})=5.41\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### **CALCULO DE EMBARRADO S3.5. STOK**

##### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

#### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

#### a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 0.21^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 5.561 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

#### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 13.03 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

#### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 0.21 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{cc}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 5.57 \text{ kA}$$

### **CALCULO DE EMBARRADO S3 LMCH**

#### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

#### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 30
- Ancho (mm): 15
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 0.075, 0.0562, 0.01, 0.001
- I. admisible del embarrado (A): 140

a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 3.22^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.01 \cdot 1) = 1080.735 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 121.03 \text{ A}$$
$$I_{adm} = 140 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 3.22 \text{ kA}$$
$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{cc}) = 164 \cdot 30 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 6.96 \text{ kA}$$

Cálculo de la Línea: S4 SG NAVE

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 245878 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
176526.28 W.(Coef. de Simult.: 0.7 )

$$I = 176526.28 / (1.732 \times 400 \times 0.9) = 283.11 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x120+TTx70mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 314 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 400x100 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 34506 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 80.65

$$e(\text{parcial}) = 15 \times 176526.28 / (46.84 \times 400 \times 120) = 1.18 \text{ V.} = 0.29 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.49\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 400 A. Térmico reg. Int.Reg.: 299 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 320 A.

**SUBCUADRO**  
**S4 SG NAVE**

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S4.1. ALNAV	7878 W
S4.2. FZN	100000 W
S4.3. TCN	90000 W
S4.4. VENEXT	48000 W
TOTAL....	245878 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 7878

- Potencia Instalada Fuerza (W): 238000

#### Cálculo de la Línea: S4.1. ALNAV

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 7878 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
14180.4 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=14180.4/1,732 \times 400 \times 1=20.47 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x35+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 133 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.18

e(parcial)= $1 \times 14180.4 / 53.54 \times 400 \times 35 = 0.02 \text{ V.} = 0 \%$

e(total)=0.49% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 25 A.

### **SUBCUADRO**

#### **S4.1. ALNAV**

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S4.1.1 ALGMC1	648 W
S4.1.2 ALGMC2	648 W
S4.1.3 ALGMC3	648 W
S4.1.4 ALGJC1	756 W
S4.1.5 ALGJC2	756 W
S4.1.6 ALGJC3	756 W
S4.1.7. ALGLC1	432 W
S4.1.8 ALGLC2	432 W

S4.1.9 ALGLC3	432 W
S4.1.10ALLCF	324 W
S4.1.11 ALLEL	270 W
S4.1.12 ALLDL	216 W
S4.1.13 ALEXC1	780 W
S4.1.14 ALEXC2	780 W
TOTAL....	7878 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 7878

#### Cálculo de la Línea: S4.1.1 ALGMC1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 135 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)		80	5	5	5	5	5	5	5	5
P.des.nu.(W)		54	54	54	54	54	54	54	54	54
P.inc.nu.(W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tramo	11	12
Longitud(m)	5	5
P.des.nu.(W)	54	54
P.inc.nu.(W)	0	0

- Potencia a instalar: 648 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
648x1.8=1166.4 W.

$$I=1166.4/1,732 \times 400 \times 1=1.68 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.25

$$e(\text{parcial})=107.5 \times 1166.4 / 53.73 \times 400 \times 2.5=2.33 \text{ V.}=0.58 \%$$

$$e(\text{total})=1.08\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S4.1.2 ALGMC2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 120 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)	65	5	5	5	5	5	5	5	5	5
P.des.nu.(W)	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tramo	11	12								
Longitud(m)	5	5								
P.des.nu.(W)	54	54								
P.inc.nu.(W)	0	0								

- Potencia a instalar: 648 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$648 \times 1.8 = 1166.4 \text{ W.}$$

$$I = 1166.4 / 1,732 \times 400 \times 1 = 1.68 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.25

$$e(\text{parcial}) = 92.5 \times 1166.4 / 53.73 \times 400 \times 2.5 = 2.01 \text{ V.} = 0.5 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.99\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

### Cálculo de la Línea: S4.1.3 ALGMC3

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 135 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)	80	5	5	5	5	5	5	5	5	5
P.des.nu.(W)	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tramo	11	12								
Longitud(m)	5	5								
P.des.nu.(W)	54	54								
P.inc.nu.(W)	0	0								

- Potencia a instalar: 648 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $648 \times 1.8 = 1166.4 \text{ W}$ .

$I = 1166.4 / 1,732 \times 400 \times 1 = 1.68 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.25

$e(\text{parcial}) = 107.5 \times 1166.4 / 53.73 \times 400 \times 2.5 = 2.33 \text{ V} = 0.58 \%$

$e(\text{total}) = 1.08\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S4.1.4 ALGJC1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 145 m; Cos j: 1;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Longitud(m)		40	5	5	5	5	5	10	10	10	10
P.des.nu.(W)		54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
P.inc.nu.(W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tramo	11	12	13	14	
Longitud(m)		10	10	10	10
P.des.nu.(W)		54	54	54	54
P.inc.nu.(W)		0	0	0	0

- Potencia a instalar: 756 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$756 \times 1.8 = 1360.8 \text{ W}$ .

$I = 1360.8 / 1,732 \times 400 \times 1 = 1.96 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.33

$e(\text{parcial}) = 85.36 \times 1360.8 / 53.71 \times 400 \times 2.5 = 2.16 \text{ V} = 0.54 \%$

$e(\text{total}) = 1.03\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S4.1.5 ALGJC2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 130 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Longitud(m)		25	5	5	5	5	5	10	10	10	10
P.des.nu.(W)		54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
P.inc.nu.(W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tramo	11	12	13	14	
Longitud(m)		10	10	10	10
P.des.nu.(W)		54	54	54	54
P.inc.nu.(W)		0	0	0	0

- Potencia a instalar: 756 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$756 \times 1.8 = 1360.8 \text{ W.}$$

$$I = 1360.8 / 1.732 \times 400 \times 1 = 1.96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Policlorop. Desig. UNE: H07RN-F  
Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.33

$$e(\text{parcial}) = 70.36 \times 1360.8 / 53.71 \times 400 \times 2.5 = 1.78 \text{ V.} = 0.45 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.94\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S4.1.6 ALGJC3

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 115 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Longitud(m)		10	5	5	5	5	5	10	10	10	10



P.des.nu.(W)	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tramo	11	12	13	14
Longitud(m)	10	10	10	10
P.des.nu.(W)	54	54	54	54
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 756 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
756x1.8=1360.8 W.

$$I=1360.8/1,732 \times 400 \times 1=1.96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.33

$$e(\text{parcial})=55.36 \times 1360.8 / 53.71 \times 400 \times 2.5=1.4 \text{ V.}=0.35 \%$$

$$e(\text{total})=0.84\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S4.1.7. ALGLC1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 75 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8
Longitud(m)	40	5	5	5	5	5	5	5
P.des.nu.(W)	54	54	54	54	54	54	54	54
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 432 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
432x1.8=777.6 W.

$$I=777.6/1,732 \times 400 \times 1=1.12 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.21

$e(\text{parcial})=57.5 \times 777.6 / 53.74 \times 400 \times 1.5 = 1.39 \text{ V.} = 0.35 \%$

$e(\text{total})=0.84\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S4.1.8 ALGLC2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 60 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	
Longitud(m)		25	5	5	5	5	5	5	5
P.des.nu.(W)		54	54	54	54	54	54	54	54
P.inc.nu.(W)		0	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 432 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$432 \times 1.8 = 777.6 \text{ W.}$$

$I = 777.6 / 1,732 \times 400 \times 1 = 1.12 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.21

$e(\text{parcial})=42.5 \times 777.6 / 53.74 \times 400 \times 1.5 = 1.03 \text{ V.} = 0.26 \%$

$e(\text{total})=0.75\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S4.1.9 ALGLC3

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 45 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	
Longitud(m)		10	5	5	5	5	5	5	5
P.des.nu.(W)		54	54	54	54	54	54	54	54

P.inc.nu.(W)      0      0      0      0      0      0      0      0

- Potencia a instalar: 432 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $432 \times 1.8 = 777.6 \text{ W}$ .

$I = 777.6 / 1,732 \times 400 \times 1 = 1.12 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.21

$e(\text{parcial}) = 27.5 \times 777.6 / 53.74 \times 400 \times 1.5 = 0.66 \text{ V} = 0.17 \%$

$e(\text{total}) = 0.66\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S4.1.10ALLCF

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 75 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud(m)	50	5	5	5	5	5
P.des.nu.(W)	54	54	54	54	54	54
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 324 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $324 \times 1.8 = 583.2 \text{ W}$ .

$I = 583.2 / 1,732 \times 400 \times 1 = 0.84 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.12

$e(\text{parcial}) = 62.5 \times 583.2 / 53.75 \times 400 \times 1.5 = 1.13 \text{ V} = 0.28 \%$

$e(\text{total}) = 0.78\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S4.1.11 ALLEL

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 58 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	
Longitud(m)	50	2	2	2	2	2
P.des.nu.(W)	54	54	54	54	54	54
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 270 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$270 \times 1.8 = 486 \text{ W.}$$

$$I = 486 / 1.732 \times 400 = 0.7 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.08

$$e(\text{parcial}) = 54 \times 486 / 53.76 \times 400 \times 1.5 = 0.81 \text{ V.} = 0.2 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.7\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S4.1.12 ALLDL

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 131 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	125	2	2	2
P.des.nu.(W)	54	54	54	54
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 216 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$216 \times 1.8 = 388.8 \text{ W.}$$

$I=388.8/1,732 \times 400 \times 1=0.56 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.03

$e(\text{parcial})=128 \times 388.8/53.77 \times 400 \times 2.5=0.93 \text{ V.}=0.23 \%$

$e(\text{total})=0.72\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S4.1.13 ALEXC1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 260 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
P.des.nu.(W)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tramo	11	12	13
Longitud(m)	20	20	20
P.des.nu.(W)	60	60	60
P.inc.nu.(W)	0	0	0

- Potencia a instalar: 780 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$780 \times 1.8=1404 \text{ W.}$

$I=1404/1,732 \times 400 \times 1=2.03 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.2

$e(\text{parcial})=140 \times 1404/53.74 \times 400 \times 4=2.29 \text{ V.}=0.57 \%$

$e(\text{total})=1.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S4.1.14 ALEXC2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 260 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
P.des.nu.(W)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tramo	11	12	13							
Longitud(m)	20	20	20							
P.des.nu.(W)	60	60	60							
P.inc.nu.(W)	0	0	0							

- Potencia a instalar: 780 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$780 \times 1.8 = 1404 \text{ W.}$$

$$I = 1404 / 1.732 \times 400 \times 1 = 2.03 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.2

$$e(\text{parcial}) = 140 \times 1404 / 53.74 \times 400 \times 4 = 2.29 \text{ V.} = 0.57 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### **CALCULO DE EMBARRADO S4.1. ALNAV**

##### Datos

- Metal: Cu

- Estado pletinas: desnudas

- nº pletinas por fase: 1

- Separación entre pletinas, d(cm): 10

- Separación entre apoyos, L(cm): 25

- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 500
- Ancho (mm): 50
- Espesor (mm): 10
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 4.16, 10.4, 0.833, 0.416
- I. admisible del embarrado (A): 920

### a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 28.81^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.833 \cdot 1) = 1037.844 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 20.47 \text{ A}$$
$$I_{adm} = 920 \text{ A}$$

### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 28.81 \text{ kA}$$
$$I_{ccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{cc}) = 164 \cdot 500 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 115.97 \text{ kA}$$

### Cálculo de la Línea: S4.2. FZN

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 100000 W.
- Potencia de cálculo:  
20000 W.(Coef. de Simult.: 0.2 )

$$I = 20000 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 36.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x35+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 133 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.68

$$e(\text{parcial}) = 1 \times 20000 / (53.06 \times 400 \times 35) = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.49\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 95 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 100 A.

### **SUBCUADRO**

## S4.2. FZN

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S4.2.1 CAPRL1	50000 W
S4.2.2 CAPRL2	50000 W
TOTAL....	100000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 100000

### Cálculo de la Línea: S4.2.1 CAPRL1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 115 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)		25	10	10	10	10	10	10	10	10
Pot.nudo(kW)		5	5	5	5	5	5	5	5	5

- Potencia a instalar: 50000 W.

- Potencia de cálculo: 50000 W.

$$I=50000/1,732 \times 400 \times 0.8=90.21 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 100 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 80.69

e(parcial)=70x50000/46.83x400x25=7.47 V.=1.87 %

e(total)=2.36% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 95 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

### Cálculo de la Línea: S4.2.2 CAPRL2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 115 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)		25	10	10	10	10	10	10	10	10



Pot.nudo(kW)    5       5       5       5       5       5       5       5       5

- Potencia a instalar: 50000 W.
- Potencia de cálculo: 50000 W.

$$I=50000/1,732 \times 400 \times 0.8=90.21 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 100 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 80.69

$$e(\text{parcial})=70 \times 50000 / 46.83 \times 400 \times 25 = 7.47 \text{ V.} = 1.87 \%$$

$$e(\text{total})=2.36\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 95 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

## **CALCULO DE EMBARRADO S4.2. FZN**

### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 500
- Ancho (mm): 50
- Espesor (mm): 10
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 4.16, 10.4, 0.833, 0.416
- I. admisible del embarrado (A): 920

### a) Cálculo electrodinámico

$$s_{\text{max}} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 28.81^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.833 \cdot 1) = 1037.844 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 36.09 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 920 \text{ A}$$

### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 28.81 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}tcc) = 164 \cdot 500 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 115.97 \text{ kA}$$

### Cálculo de la Línea: S4.3. TCN

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 90000 W.
- Potencia de cálculo:  
18000 W.(Coef. de Simult.: 0.2 )

$$I = 18000 / (1.732 \times 400 \times 0.9) = 28.87 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x35+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 133 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.36

$$e(\text{parcial}) = 1 \times 18000 / (53.32 \times 400 \times 35) = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.49\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 63 A.

## **SUBCUADRO**

### **S4.3. TCN**

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S4.3.1 TCMT	30000 W
S4.3.2 TCJM	30000 W
S4.3.3 TCLCH	30000 W
TOTAL....	90000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 90000

### Cálculo de la Línea: S4.3.1 TCMT

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 110 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)	65	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Pot.nudo(kW)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

- Potencia a instalar: 30000 W.

- Potencia de cálculo: 30000 W.

$$I=30000/1,732 \times 400 \times 0.8=54.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 77 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 64.71

$$e(\text{parcial})=87.5 \times 30000 / 49.34 \times 400 \times 16=8.31 \text{ V.}=2.08 \%$$

$$e(\text{total})=2.57\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S4.3.2 TCJM

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 115 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)	25	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Pot.nudo(kW)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

- Potencia a instalar: 30000 W.

- Potencia de cálculo: 30000 W.

$$I=30000/1,732 \times 400 \times 0.8=54.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 77 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 64.71

$$e(\text{parcial})=70 \times 30000 / 49.34 \times 400 \times 16=6.65 \text{ V.}=1.66 \%$$

$$e(\text{total})=2.16\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S4.3.3 TCLCH

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 61 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)		25	4	4	4	4	4	4	4	4
Pot.nudo(kW)		3	3	3	3	3	3	3	3	3

- Potencia a instalar: 30000 W.

- Potencia de cálculo: 30000 W.

$I=30000/1,732 \times 400 \times 0.8=54.13$  A.

Se eligen conductores Unipolares 4x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 77 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 64.71

$e(\text{parcial})=43 \times 30000 / 49.34 \times 400 \times 16=4.09$  V.=1.02 %

$e(\text{total})=1.52\%$  ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### **CALCULO DE EMBARRADO S4.3. TCN**

##### Datos

- Metal: Cu

- Estado pletinas: desnudas

- nº pletinas por fase: 1

- Separación entre pletinas, d(cm): 10

- Separación entre apoyos, L(cm): 25

- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

##### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 500

- Ancho (mm): 50

- Espesor (mm): 10

- $W_x, I_x, W_y, I_y$  (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 4.16, 10.4, 0.833, 0.416
- I. admisible del embarrado (A): 920

#### a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 28.81^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.833 \cdot 1) = 1037.844 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

#### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 28.87 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 920 \text{ A}$$

#### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 28.81 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{cc}) = 164 \cdot 500 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 115.97 \text{ kA}$$

#### Cálculo de la Línea: S4.4. VENEXT

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m; Cos j: 0.8;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 48000 W.
- Potencia de cálculo:  
43200 W.(Coef. de Simult.: 0.9 )

$$I = 43200 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 77.94 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x35+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 133 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.17

$$e(\text{parcial}) = 1 \times 43200 / (50.61 \times 400 \times 35) = 0.06 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.5\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 80 A. Térmico reg. Int.Reg.: 80 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 80 A.

### **SUBCUADRO**

#### **S4.4. VENEXT**

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S4.3.1 VZMT	12000 W
S4.3.2 VEZJZ1	12000 W
S4.3.3 VEZJZ2	12000 W
S4.3.4 VEZLC	12000 W
TOTAL....	48000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 48000

#### Cálculo de la Línea: S4.3.1 VZMT

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 95 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 12000 W.
- Potencia de cálculo: 12000 W.

$$I=12000/1,732 \times 400 \times 0.8=21.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62.89

$$e(\text{parcial})=95 \times 12000 / 49.64 \times 400 \times 4=14.35 \text{ V.}=3.59 \%$$

$$e(\text{total})=4.09\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S4.3.2 VEZJZ1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 55 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 12000 W.
- Potencia de cálculo: 12000 W.

$$I=12000/1,732 \times 400 \times 0.8=21.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62.89  
 $e(\text{parcial})=55 \times 12000 / 49.64 \times 400 \times 4 = 8.31 \text{ V.} = 2.08 \%$   
 $e(\text{total})=2.58\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S4.3.3 VEZJZ2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 105 m; Cos j: 0.8;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 12000 W.
- Potencia de cálculo: 12000 W.

$I=12000/1,732 \times 400 \times 0.8=21.65 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 3x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62.89

$e(\text{parcial})=105 \times 12000 / 49.64 \times 400 \times 4 = 15.87 \text{ V.} = 3.97 \%$

$e(\text{total})=4.47\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S4.3.4 VEZLC

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 45 m; Cos j: 0.8;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 12000 W.
- Potencia de cálculo: 12000 W.

$I=12000/1,732 \times 400 \times 0.8=21.65 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 3x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62.89

$e(\text{parcial})=45 \times 12000 / 49.64 \times 400 \times 4 = 6.8 \text{ V.} = 1.7 \%$   
 $e(\text{total})=2.2\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

## **CALCULO DE EMBARRADO S4.4. VENEXT**

### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 500
- Ancho (mm): 50
- Espesor (mm): 10
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>): 4.16, 10.4, 0.833, 0.416
- I. admisible del embarrado (A): 920

### a) Cálculo electrodinámico

$$s_{\text{max}} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 28.81^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.833 \cdot 1) = 1037.844 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 77.94 \text{ A}$$
$$I_{\text{adm}} = 920 \text{ A}$$

### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 28.81 \text{ kA}$$
$$I_{\text{cccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}_{\text{tcc}}) = 164 \cdot 500 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 115.97 \text{ kA}$$

## **CALCULO DE EMBARRADO S4 SG NAVE**

### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1



- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

#### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 600
- Ancho (mm): 60
- Espesor (mm): 10
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 6, 18, 1, 0.5
- I. admisible del embarrado (A): 1100

#### a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 31.23^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 1) = 1016.271 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

#### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 283.11 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 1100 \text{ A}$$

#### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 31.23 \text{ kA}$$

$$I_{ccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 600 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 139.16 \text{ kA}$$

#### Cálculo de la Línea: S5 SG CENT

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 12 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 176000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
106560.01 W.(Coef. de Simult.: 0.6 )

$$I = 106560.01 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 192.26 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x70+TTx35mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 223 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 400x100 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 34506 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 77.17

e(parcial)=12x106560.01/47.36x400x70=0.96 V.=0.24 %

e(total)=0.43% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Termica en Principio de Línea  
I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 208 A.  
Protección Térmica en Final de Línea  
I. de Corte en Carga Int. 200 A.

## **SUBCUADRO S5 SG CENT**

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S5.1 CT	11200 W
S5.2 CIF	6100 W
S5.3. GE	6100 W
S5.4 CAC	80200 W
S5.5 CBA	16100 W
S5.6 TMYR	26800 W
S5.7. ZCB	20300 W
S5.8. CEANI	9200 W
TOTAL....	176000 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 2000  
- Potencia Instalada Fuerza (W): 174000

### Cálculo de la Línea: S5.1 CT

- Tensión de servicio: 400 V.  
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared  
- Longitud: 6 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0;  
- Potencia a instalar: 11200 W.  
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
6816 W.(Coef. de Simult.: 0.6 )

$$I=6816/1,732 \times 400 \times 0.85=11.57 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 85 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.93  
 $e(\text{parcial})=6 \times 6816 / 53.59 \times 400 \times 16=0.12 \text{ V.}=0.03 \%$   
 $e(\text{total})=0.46\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Termica en Principio de Línea  
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.  
Protección Térmica en Final de Línea  
I. de Corte en Carga Int. 16 A.

## SUBCUADRO S5.1 CT

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S5.1.1 ALCT	200 W
S5.1.2 TCCT	6000 W
S5.1.3 VENCT	3000 W
S5.1.4 BTESCT	2000 W
TOTAL....	11200 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 200

- Potencia Instalada Fuerza (W): 11000

### Cálculo de la Línea: S5.1.1 ALCT

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $200 \times 1.8 = 360 \text{ W}$ .

$$I = 360 / 1.732 \times 400 = 0.52 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial}) = 15 \times 360 / 53.77 \times 400 \times 1.5 = 0.17 \text{ V.} = 0.04 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.51\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

### Cálculo de la Línea: S5.1.2 TCCT

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: 6000 W.

$$I=6000/1,732 \times 400 \times 0.9=9.62 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.04

e(parcial)= $15 \times 6000 / 52.25 \times 400 \times 2.5 = 1.72 \text{ V.} = 0.43 \%$

e(total)=0.9% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S5.1.3 VENCT

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 3000 W.

- Potencia de cálculo: 3000 W.

$$I=3000/1,732 \times 400 \times 0.8=5.41 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.54

e(parcial)= $10 \times 3000 / 53.28 \times 400 \times 2.5 = 0.56 \text{ V.} = 0.14 \%$

e(total)=0.61% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S5.1.4 BTESCT

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 2000 W.

- Potencia de cálculo: 2000 W.

$$I=2000/1,732 \times 400 \times 0.8=3.61 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.13

e(parcial)=10x2000/53.56x400x2.5=0.37 V.=0.09 %

e(total)=0.56% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

## CALCULO DE EMBARRADO S5.1 CT

### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 200
- Ancho (mm): 40
- Espesor (mm): 5
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 1.333, 2.666, 0.166, 0.042
- I. admisible del embarrado (A): 520

### a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 12.29^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.166 \cdot 1) = 948.369 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 11.57 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 520 \text{ A}$$

### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 12.29 \text{ kA}$$

$$I_{ccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{cc}) = 164 \cdot 200 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 46.39 \text{ kA}$$

### Cálculo de la Línea: S5.2 CIF

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 6100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
3708 W.(Coef. de Simult.: 0.6 )

$$I=3708/1,732 \times 400 \times 0.85=6.3 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP6). Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.53

$$e(\text{parcial})=10 \times 3708 / 53.28 \times 400 \times 2.5=0.7 \text{ V.}=0.17 \%$$

$$e(\text{total})=0.61\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 16 A.

### **SUBCUADRO**

#### **S5.2 CIF**

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S5.2.1 ALCIF	100 W
S5.2.2 TCCIF	6000 W
TOTAL....	6100 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 100

- Potencia Instalada Fuerza (W): 6000

### Cálculo de la Línea: S5.2.1 ALCIF

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
100x1.8=180 W.

$I=180/1,732 \times 400 \times 1=0.26 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.01

$e(\text{parcial})=10 \times 180/53.77 \times 400 \times 1.5=0.06 \text{ V.}=0.01 \%$

$e(\text{total})=0.62\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

### Cálculo de la Línea: S5.2.2 TCCIF

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m; Cos j: 0.9;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 6000 W.

- Potencia de cálculo: 6000 W.

$I=6000/1,732 \times 400 \times 0.9=9.62 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 48.04

$e(\text{parcial})=10 \times 6000/52.25 \times 400 \times 2.5=1.15 \text{ V.}=0.29 \%$

$e(\text{total})=0.9\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### **CALCULO DE EMBARRADO S5.2 CIF**

#### Datos

- Metal: Cu

- Estado pletinas: desnudas

- nº pletinas por fase: 1

- Separación entre pletinas, d(cm): 10

- Separación entre apoyos, L(cm): 25

- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

#### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

#### a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 1.78^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 413.338 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

#### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 6.3 \text{ A}$$
$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

#### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 1.78 \text{ kA}$$
$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{cc}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 5.57 \text{ kA}$$

#### Cálculo de la Línea: S5.3. GE

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 6100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
3708 W.(Coef. de Simult.: 0.6 )

$$I = 3708 / (1.732 \times 400 \times 0.9) = 5.95 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP6). Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.26

$$e(\text{parcial}) = 15 \times 3708 / (53.34 \times 400 \times 2.5) = 1.04 \text{ V.} = 0.26 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.7\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea



I. de Corte en Carga Int. 16 A.

## **SUBCUADRO**

### **S5.3. GE**

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S5.3.1 ALGE	100 W
S5.3.2 TCGE	6000 W
TOTAL....	6100 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 100

- Potencia Instalada Fuerza (W): 6000

#### Cálculo de la Línea: S5.3.1 ALGE

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $100 \times 1.8 = 180 \text{ W}$ .

$$I = 180 / (1.732 \times 400) = 0.26 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial}) = 10 \times 180 / (53.77 \times 400) \times 1.5 = 0.06 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.71\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S5.3.2 TCGE

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: 6000 W.

$I=6000/1,732 \times 400 \times 0,9=9.62$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 48.04

$e(\text{parcial})=10 \times 6000 / 52.25 \times 400 \times 2.5=1.15$  V.=0.29 %

$e(\text{total})=0.98\%$  ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### **CALCULO DE EMBARRADO S5.3. GE**

#### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

#### Pletina adoptada

- Sección ( $\text{mm}^2$ ): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- $W_x, I_x, W_y, I_y$  ( $\text{cm}^3, \text{cm}^4$ ): 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

#### a) Cálculo electrodinámico

$s_{\text{max}} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 1.21^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 190.138 \leq 1200$  kg/cm<sup>2</sup> Cu

#### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$I_{\text{cal}} = 5.95$  A

$I_{\text{adm}} = 110$  A

#### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$I_{\text{pcc}} = 1.21$  kA

$I_{\text{cccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{\text{cc}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 5.57$  kA

### Cálculo de la Línea: S5.4 CAC

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 30 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 80200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
48216 W.(Coef. de Simult.: 0.6 )

$$I=48216/1,732 \times 400 \times 0.8=86.99 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 91 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP6). Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 85.7

$$e(\text{parcial})=30 \times 48216 / 46.1 \times 400 \times 16=4.9 \text{ V.}=1.23 \%$$

$$e(\text{total})=1.66\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 89 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 100 A.

### **SUBCUADRO**

#### **S5.4 CAC**

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S5.4.1 CUCOM1	30000 W
S5.4.2 CUAF1	5000 W
S5.4.3 CUSA1	2000 W
S5.4.4 CUCOM2	30000 W
S5.4.5 CUAF2	5000 W
S5.4.6 CUSA2	2000 W
S5.4.7 ALACOM	200 W
S5.4.8 TCACOM	6000 W
TOTAL....	80200 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 200

- Potencia Instalada Fuerza (W): 80000

### Cálculo de la Línea: S5.4.1 CUCOM1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 30000 W.
- Potencia de cálculo: 30000 W.

$$I=30000/1,732 \times 400 \times 0.8=54.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 77 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 64.71

e(parcial)= $10 \times 30000 / 49.34 \times 400 \times 16 = 0.95 \text{ V.} = 0.24 \%$

e(total)=1.9% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S5.4.2 CUAF1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: 5000 W.

$$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8=9.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.06

e(parcial)= $10 \times 5000 / 52.43 \times 400 \times 2.5 = 0.95 \text{ V.} = 0.24 \%$

e(total)=1.9% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S5.4.3 CUSA1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.

$$I=2000/1,732 \times 400 \times 0.9=3.21 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.89

e(parcial)= $10 \times 2000 / (53.6 \times 400 \times 2.5) = 0.37 \text{ V.} = 0.09 \%$

e(total)=1.75% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S5.4.4 CUCOM2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 30000 W.
- Potencia de cálculo: 30000 W.

$$I=30000/1,732 \times 400 \times 0.8=54.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 77 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 64.71

e(parcial)= $15 \times 30000 / (49.34 \times 400 \times 16) = 1.43 \text{ V.} = 0.36 \%$

e(total)=2.02% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S5.4.5 CUAUF2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 15 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: 5000 W.

$$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8=9.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.06

$$e(\text{parcial})=15 \times 5000 / 52.43 \times 400 \times 2.5=1.43 \text{ V.}=0.36 \%$$

$$e(\text{total})=2.02\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S5.4.6 CUSA2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.

$$I=2000/1,732 \times 400 \times 0.9=3.21 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.89

$$e(\text{parcial})=15 \times 2000 / 53.6 \times 400 \times 2.5=0.56 \text{ V.}=0.14 \%$$

$$e(\text{total})=1.8\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S5.4.7 ALACOM

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $200 \times 1.8 = 360 \text{ W}$ .

$$I = 360 / 1,732 \times 400 \times 1 = 0.52 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial}) = 20 \times 360 / 53.77 \times 400 \times 1.5 = 0.22 \text{ V.} = 0.06 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.72\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S5.4.8 TCACOM

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip. Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: 6000 W.

$$I = 6000 / 1,732 \times 400 \times 0.9 = 9.62 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.04

$$e(\text{parcial}) = 20 \times 6000 / 52.25 \times 400 \times 2.5 = 2.3 \text{ V.} = 0.57 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.23\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### **CALCULO DE EMBARRADO S5.4 CAC**

##### Datos

- Metal: Cu

- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

#### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 40
- Ancho (mm): 20
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 0.133, 0.133, 0.0133, 0.0013
- I. admisible del embarrado (A): 185

#### a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 3.59^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.0133 \cdot 1) = 1008.437 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

#### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 86.99 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 185 \text{ A}$$

#### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 3.59 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{cc}) = 164 \cdot 40 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 9.28 \text{ kA}$$

#### Cálculo de la Línea: S5.5 CBA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 40 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 16100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
9708 W.(Coef. de Simult.: 0.6)

$$I = 9708 / (1.732 \cdot 400 \cdot 0.8) = 17.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP6). Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.57

e(parcial)=40x9708/50.2x400x2.5=7.74 V.=1.93 %

e(total)=2.37% ADMIS (4.5% MAX.)



Protección Térmica en Principio de Línea  
I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.  
Protección Térmica en Final de Línea  
I. de Corte en Carga Int. 20 A.

## **SUBCUADRO S5.5 CBA**

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S5.5.1 B1AGU	5000 W
S5.5.2 B2AGU	5000 W
S5.5.3 ALBAG	100 W
S5.5.4 TCBAG	6000 W
TOTAL....	16100 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 100  
- Potencia Instalada Fuerza (W): 16000

### Cálculo de la Línea: S5.5.1 B1AGU

- Tensión de servicio: 400 V.  
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra  
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;  
- Potencia a instalar: 5000 W.  
- Potencia de cálculo: 5000 W.

$$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8=9.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.06

$$e(\text{parcial})=10 \times 5000 / 52.43 \times 400 \times 2.5=0.95 \text{ V.}=0.24 \%$$

$$e(\text{total})=2.61\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### Cálculo de la Línea: S5.5.2 B2AGU

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: 5000 W.

$$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8=9.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.06

$$e(\text{parcial})=15 \times 5000 / 52.43 \times 400 \times 2.5=1.43 \text{ V.}=0.36 \%$$

$$e(\text{total})=2.73\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S5.5.3 ALBAG

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
100x1.8=180 W.

$$I=180/1,732 \times 400 \times 1=0.26 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial})=10 \times 180 / 53.77 \times 400 \times 1.5=0.06 \text{ V.}=0.01 \%$$

$$e(\text{total})=2.38\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S5.5.4 TCBAG

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: 6000 W.

$$I=6000/1,732 \times 400 \times 0.9=9.62 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.04

$$e(\text{parcial})=10 \times 6000 / 52.25 \times 400 \times 2.5=1.15 \text{ V.}=0.29 \%$$

$$e(\text{total})=2.66\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

## **CALCULO DE EMBARRADO S5.5 CBA**

### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

### a) Cálculo electrodinámico

$$s_{\text{max}} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 0.46^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 27.922 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 17.52 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 110 \text{ A}$$

### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 0.46 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{cc}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 5.57 \text{ kA}$$

### Cálculo de la Línea: S5.6 TMYR

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 45 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 26800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
16464 W.(Coef. de Simult.: 0.6)

$$I = 16464 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 29.71 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 49 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP5). Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.38

$$e(\text{parcial}) = 45 \times 16464 / (50.4 \times 400 \times 6) = 6.12 \text{ V.} = 1.53 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.97\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 40 A.

### **SUBCUADRO S5.6 TMYR**

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S5.6.1 ALTM	600 W
S5.6.2 FZATM	20000 W
S5.6.3 ALAR	200 W
S5.6.4 TCAR	6000 W
TOTAL....	26800 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 800

- Potencia Instalada Fuerza (W): 26000

### Cálculo de la Línea: S5.6.1 ALTM

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $600 \times 1.8 = 1080 \text{ W}$ .

$$I = 1080 / 1,732 \times 400 \times 1 = 1.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.4

$$e(\text{parcial}) = 15 \times 1080 / 53.7 \times 400 \times 1.5 = 0.5 \text{ V.} = 0.13 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.09\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S5.6.2 FZATM

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: 20000 W.

$$I = 20000 / 1,732 \times 400 \times 0.9 = 32.08 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 41 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 70.6

$$e(\text{parcial}) = 15 \times 20000 / 48.38 \times 400 \times 6 = 2.58 \text{ V.} = 0.65 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.61\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S5.6.3 ALAR

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
200x1.8=360 W.

$$I=360/1,732 \times 400 \times 1=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial})=20 \times 360 / 53.77 \times 400 \times 1.5=0.22 \text{ V.}=0.06 \%$$

$$e(\text{total})=2.02\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S5.6.4 TCAR

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: 6000 W.

$$I=6000/1,732 \times 400 \times 0.9=9.62 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.04

$$e(\text{parcial})=20 \times 6000 / 52.25 \times 400 \times 2.5=2.3 \text{ V.}=0.57 \%$$

$$e(\text{total})=2.54\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### **CALCULO DE EMBARRADO S5.6 TMYR**

## Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

## Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

### a) Cálculo electrodinámico

$$s_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 0.97^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 123.383 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 29.71 \text{ A}$$
$$I_{\text{adm}} = 110 \text{ A}$$

### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 0.97 \text{ kA}$$
$$I_{\text{ccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{\text{cc}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 5.57 \text{ kA}$$

## Cálculo de la Línea: S5.7. ZCB

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 50 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 20300 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
16432 W.(Coef. de Simult.: 0.8 )

$$I = 16432 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 29.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 49 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP6). Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.3

$e(\text{parcial})=50 \times 16432 / 50.41 \times 400 \times 6 = 6.79 \text{ V.} = 1.7 \%$

$e(\text{total})=2.13\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 40 A.

## **SUBCUADRO**

### **S5.7. ZCB**

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S5.7.1 ALCB	300 W
S5.7.2 FZACB	20000 W
TOTAL....	20300 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 300

- Potencia Instalada Fuerza (W): 20000

#### Cálculo de la Línea: S5.7.1 ALCB

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 20 m; Cos j: 1;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 300 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$300 \times 1.8 = 540 \text{ W.}$$

$$I = 540 / 1,732 \times 400 \times 1 = 0.78 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.1

$e(\text{parcial})=20 \times 540 / 53.76 \times 400 \times 1.5 = 0.33 \text{ V.} = 0.08 \%$

$e(\text{total})=2.22\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.



### Cálculo de la Línea: S5.7.2 FZACB

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: 20000 W.

$$I=20000/1,732 \times 400 \times 0.9=32.08 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 41 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 70.6

$$e(\text{parcial})=20 \times 20000 / 48.38 \times 400 \times 6=3.44 \text{ V.}=0.86 \%$$

$$e(\text{total})=2.99\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### **CALCULO DE EMBARRADO S5.7. ZCB**

#### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

#### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

#### a) Cálculo electrodinámico

$$s_{\text{max}} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 0.88^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 100.496 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

#### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

Ical = 29.65 A  
Iadm = 110 A

### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

I<sub>pcc</sub> = 0.88 kA  
I<sub>cccs</sub> = K<sub>c</sub> · S / ( 1000 · Ö<sub>tcc</sub>) = 164 · 24 · 1 / (1000 · Ö0.5) = 5.57 kA

### Cálculo de la Línea: S5.8. CEANI

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 150 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 9200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
6552 W.(Coef. de Simult.: 0.7 )

I=6552/1,732x400x0.9=10.51 A.

Se eligen conductores Unipolares 4x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.39

e(parcial)=150x6552/52.74x400x4=11.65 V.=2.91 %

e(total)=3.35% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 16 A.

### **SUBCUADRO**

#### **S5.8. CEANI**

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S5.8.1 ALCEAN	200 W
S5.8.2 FZACEAN	9000 W
TOTAL....	9200 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 200

- Potencia Instalada Fuerza (W): 9000

### Cálculo de la Línea: S5.8.1 ALCEAN

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $200 \times 1.8 = 360 \text{ W}$ .

$$I = 360 / 1,732 \times 400 \times 1 = 0.52 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial}) = 15 \times 360 / 53.77 \times 400 \times 1.5 = 0.17 \text{ V.} = 0.04 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.39\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

### Cálculo de la Línea: S5.8.2 FZACEAN

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = 9000 / 1,732 \times 400 \times 0.9 = 14.43 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.09

$$e(\text{parcial}) = 15 \times 9000 / 50.45 \times 400 \times 2.5 = 2.68 \text{ V.} = 0.67 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.02\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

## CALCULO DE EMBARRADO S5.8. CEANI

### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- n° pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

### a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 0.2^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 5.16 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 10.51 \text{ A}$$
$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 0.2 \text{ kA}$$
$$I_{ccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{cc}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 5.57 \text{ kA}$$

## CALCULO DE EMBARRADO S5 SG CENT

### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- n° pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 400
- Ancho (mm): 40

- Espesor (mm): 10
- $W_x, I_x, W_y, I_y$  (cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>): 2.666, 5.333, 0.666, 0.333
- I. admisible del embarrado (A): 750

#### a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 27.4^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.666 \cdot 1) = 1174.169 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

#### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 192.26 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 750 \text{ A}$$

#### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 27.4 \text{ kA}$$

$$I_{ccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{cc}) = 164 \cdot 400 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 92.77 \text{ kA}$$

#### Cálculo de la Línea: S6 OFIC

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.9;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 77700 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
71154 W.(Coef. de Simult.: 0.9)

$$I = 71154 / (1.732 \times 400 \times 0.9) = 114.12 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x25+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 115 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 400x100 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 34506 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 89.23

$e(\text{parcial}) = 10 \times 71154 / (45.6 \times 400 \times 25) = 1.56 \text{ V.} = 0.39 \%$

$e(\text{total}) = 0.58\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 115 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 125 A.

#### **SUBCUADRO S6 OFIC**

## DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S6.1 ALOFI	1700 W
S6.2 FZAOFI	76000 W
TOTAL....	77700 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1700

- Potencia Instalada Fuerza (W): 76000

### Cálculo de la Línea: S6.1 ALOFI

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 100 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1700 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
3060 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=3060/1,732 \times 400 \times 1=4.42 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP5). Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.24

$$e(\text{parcial})=100 \times 3060 / 53.53 \times 400 \times 2.5=5.72 \text{ V.}=1.43 \%$$

$$e(\text{total})=2.01\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 10 A.

## **SUBCUADRO**

### **S6.1 ALOFI**

## DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S6.1.1 ALOFZ1	900 W
S6.1.2 ALOFZ2	800 W
TOTAL....	1700 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1700

### Cálculo de la Línea: S6.1.1 ALOFZ1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 900 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
1620 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=1620/1,732 \times 400 \times 1 = 2.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.47

$$e(\text{parcial}) = 10 \times 1620 / 53.68 \times 400 \times 2.5 = 0.3 \text{ V.} = 0.08 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.09\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 10 A.

### **SUBCUADRO**

#### **S6.1.1 ALOFZ1**

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S6.1.1.1 ALOFZ11	400 W
S6.1.1.2 ALOFZ12	400 W
S6.1.1.3 ALSEOF	100 W
TOTAL....	900 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 900

### Cálculo de la Línea: S6.1.1.1 ALOFZ11

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
400x1.8=720 W.

$I=720/1,732 \times 400 \times 1 = 1.04 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.09

$e(\text{parcial}) = 10 \times 720 / 53.76 \times 400 \times 2.5 = 0.13 \text{ V.} = 0.03 \%$

$e(\text{total}) = 2.12\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S6.1.1.2 ALOFZ12

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 20 m;  $\text{Cos } j: 1$ ;  $X_u(\text{mW/m}): 0$ ;

- Potencia a instalar: 400 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$400 \times 1.8 = 720 \text{ W.}$

$I=720/1,732 \times 400 \times 1 = 1.04 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.18

$e(\text{parcial}) = 20 \times 720 / 53.74 \times 400 \times 1.5 = 0.45 \text{ V.} = 0.11 \%$

$e(\text{total}) = 2.2\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S6.1.1.3 ALSEOF

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 30 m;  $\text{Cos } j: 1$ ;  $X_u(\text{mW/m}): 0$ ;

- Potencia a instalar: 100 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$100 \times 1.8 = 180 \text{ W.}$



$I=180/1,732 \times 400 \times 1=0.26 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.01

$e(\text{parcial})=30 \times 180/53.77 \times 400 \times 1.5=0.17 \text{ V.}=0.04 \%$

$e(\text{total})=2.13\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

## **CALCULO DE EMBARRADO S6.1.1 ALOFZ1**

### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

### Pletina adoptada

- Sección ( $\text{mm}^2$ ): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- $W_x, I_x, W_y, I_y$  ( $\text{cm}^3, \text{cm}^4$ ): 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

### a) Cálculo electrodinámico

$s_{\text{max}} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 0.17^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 3.716 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$

### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$I_{\text{cal}} = 2.34 \text{ A}$

$I_{\text{adm}} = 110 \text{ A}$

### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$I_{\text{pcc}} = 0.17 \text{ kA}$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{cc}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 5.57 \text{ kA}$$

### Cálculo de la Línea: S6.1.2 ALOFZ2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
1440 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 1440 / (1.732 \times 400 \times 1) = 2.08 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.71

$$e(\text{parcial}) = 10 \times 1440 / (53.64 \times 400 \times 1.5) = 0.45 \text{ V.} = 0.11 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.12\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 10 A.

### **SUBCUADRO**

#### **S6.1.2 ALOFZ2**

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S6.1.2.1 ALOF21	400 W
S6.1.2.2 ALOF22	400 W
TOTAL....	800 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 800

### Cálculo de la Línea: S6.1.2.1 ALOF21

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
400x1.8=720 W.

$I=720/1,732 \times 400 \times 1 = 1.04 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.18

$e(\text{parcial}) = 30 \times 720 / 53.74 \times 400 \times 1.5 = 0.67 \text{ V.} = 0.17 \%$

$e(\text{total}) = 2.29\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S6.1.2.2 ALOF22

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 40 m; Cos j: 1;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 400 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$400 \times 1.8 = 720 \text{ W.}$

$I=720/1,732 \times 400 \times 1 = 1.04 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.18

$e(\text{parcial}) = 40 \times 720 / 53.74 \times 400 \times 1.5 = 0.89 \text{ V.} = 0.22 \%$

$e(\text{total}) = 2.35\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### **CALCULO DE EMBARRADO S6.1.2 ALOFZ2**

##### Datos

- Metal: Cu

- Estado pletinas: desnudas

- nº pletinas por fase: 1

- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

#### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

#### a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 0.16^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 3.307 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

#### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 2.08 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

#### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 0.16 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{cc}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 5.57 \text{ kA}$$

### **CALCULO DE EMBARRADO S6.1 ALOFI**

#### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- n° pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

#### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

#### a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 0.19^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 4.487 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 4.42 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 0.19 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}tcc) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 5.57 \text{ kA}$$

### Cálculo de la Línea: S6.2 FZAOFI

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 100 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 76000 W.
- Potencia de cálculo:  
53200 W.(Coef. de Simult.: 0.7 )

$$I = 53200 / (1.732 \times 400 \times 0.9) = 85.32 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x25+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 115 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP5). Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.52

$$e(\text{parcial}) = 100 \times 53200 / (48.88 \times 400 \times 25) = 10.88 \text{ V.} = 2.72 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.31\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 88 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 100 A.

## **SUBCUADRO**

### **S6.2 FZAOFI**

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S6.2.1 FZAOFZ1	38000 W
S6.2.2 FZAOFZ2	38000 W
TOTAL....	76000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 76000

### Cálculo de la Línea: S6.2.1 FZAOFZ1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 38000 W.
- Potencia de cálculo:  
26600 W.(Coef. de Simult.: 0.7 )

$$I=26600/1,732 \times 400 \times 0.9=42.66 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 57 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 68.01

$$e(\text{parcial})=10 \times 26600 / 48.8 \times 400 \times 10 = 1.36 \text{ V.} = 0.34 \%$$

$$e(\text{total})=3.65\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 50 A.

### **SUBCUADRO**

#### **S6.2.1 FZAOFZ1**

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S6.2.1.1 TCOFZ11	9000 W
S6.2.1.2 TCFZ12	9000 W
S6.2.1.3 CLOFZ11	10000 W
S6.2.1.4 CLOFZ12	10000 W
TOTAL....	38000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 38000

### Cálculo de la Línea: S6.2.1.1 TCOFZ11

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I=9000/1,732 \times 400 \times 0.9=14.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.09

$$e(\text{parcial})=10 \times 9000 / 50.45 \times 400 \times 2.5=1.78 \text{ V.}=0.45 \%$$

$$e(\text{total})=4.09\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S6.2.1.2 TCFZ12

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I=9000/1,732 \times 400 \times 0.9=14.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.09

$$e(\text{parcial})=20 \times 9000 / 50.45 \times 400 \times 2.5=3.57 \text{ V.}=0.89 \%$$

$$e(\text{total})=4.54\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S6.2.1.3 CLOFZ11

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 10000 W.

- Potencia de cálculo: 10000 W.

$$I=10000/1,732 \times 400 \times 0,9=16,04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $3 \times 2,5 + TT \times 2,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62.33

$$e(\text{parcial})=10 \times 10000 / 49.73 \times 400 \times 2.5=2.01 \text{ V.}=0.5 \%$$

$$e(\text{total})=4.15\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S6.2.1.4 CLOFZ12

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 20 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 10000 W.

- Potencia de cálculo: 10000 W.

$$I=10000/1,732 \times 400 \times 0,9=16,04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $3 \times 2,5 + TT \times 2,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62.33

$$e(\text{parcial})=20 \times 10000 / 49.73 \times 400 \times 2.5=4.02 \text{ V.}=1.01 \%$$

$$e(\text{total})=4.65\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### **CALCULO DE EMBARRADO S6.2.1 FZAOFZ1**

##### Datos

- Metal: Cu

- Estado pletinas: desnudas

- nº pletinas por fase: 1



- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

#### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- W<sub>x</sub>, I<sub>x</sub>, W<sub>y</sub>, I<sub>y</sub> (cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>): 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

#### a) Cálculo electrodinámico

$$s_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 1.38^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 247.848 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

#### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 42.66 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 110 \text{ A}$$

#### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 1.38 \text{ kA}$$

$$I_{\text{ccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{\text{cc}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot 0.5) = 5.57 \text{ kA}$$

#### Cálculo de la Línea: S6.2.2 FZAOFZ2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.9; X<sub>u</sub>(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 38000 W.
- Potencia de cálculo:  
26600 W.(Coef. de Simult.: 0.7 )

$$I = 26600 / (1.732 \times 400 \times 0.9) = 42.66 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (F<sub>c</sub>=1) 77 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 55.35

e(parcial)=10x26600/50.93x400x16=0.82 V.=0.2 %

e(total)=3.51% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.  
Protección Térmica en Final de Línea  
I. de Corte en Carga Int. 50 A.

## **SUBCUADRO** **S6.2.2 FZAOFZ2**

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S62.2.1 TCOFZ21	9000 W
S62.2.2 TCOFZ22	9000 W
S62.2.3 CLOFZ21	10000 W
S62.2.4 CLOFZ22	10000 W
TOTAL....	38000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 38000

### Cálculo de la Línea: S62.2.1 TCOFZ21

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I=9000/1,732 \times 400 \times 0.9=14.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.09

$$e(\text{parcial})=30 \times 9000 / 50.45 \times 400 \times 2.5=5.35 \text{ V.}=1.34 \%$$

$$e(\text{total})=4.85\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### Cálculo de la Línea: S62.2.2 TCOFZ22

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 40 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 9000 W.

- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I=9000/1,732 \times 400 \times 0.9=14.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.09

$$e(\text{parcial})=40 \times 9000 / 50.45 \times 400 \times 2.5=7.14 \text{ V.}=1.78 \%$$

$$e(\text{total})=5.29\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S62.2.3 CLOFZ21

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 30 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 10000 W.

- Potencia de cálculo: 10000 W.

$$I=10000/1,732 \times 400 \times 0.9=16.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62.33

$$e(\text{parcial})=30 \times 10000 / 49.73 \times 400 \times 2.5=6.03 \text{ V.}=1.51 \%$$

$$e(\text{total})=5.02\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S62.2.4 CLOFZ22

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 40 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 10000 W.

- Potencia de cálculo: 10000 W.

$I=10000/1,732 \times 400 \times 0.9=16.04$  A.

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62.33

$e(\text{parcial})=40 \times 10000/49.73 \times 400 \times 2.5=8.04$  V.=2.01 %

$e(\text{total})=5.52\%$  ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

## **CALCULO DE EMBARRADO S6.2.2 FZAOFZ2**

### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- $W_x, I_x, W_y, I_y$  (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

### a) Cálculo electrodinámico

$s_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 1.48^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 285.875 \leq 1200$  kg/cm<sup>2</sup> Cu

### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$I_{\text{cal}} = 42.66$  A

$I_{\text{adm}} = 110$  A

### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$I_{\text{pcc}} = 1.48$  kA

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{cc}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 5.57 \text{ kA}$$

## **CALCULO DE EMBARRADO S6.2 FZAOFI**

### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- n° pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- W<sub>x</sub>, I<sub>x</sub>, W<sub>y</sub>, I<sub>y</sub> (cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>): 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

### a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 1.69^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 371.925 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 85.32 \text{ A}$$
$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 1.69 \text{ kA}$$
$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{cc}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 5.57 \text{ kA}$$

## **CALCULO DE EMBARRADO S6 OFIC**

### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- n° pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 300
- Ancho (mm): 60
- Espesor (mm): 5
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 3, 9, 0.25, 0.063
- I. admisible del embarrado (A): 750

a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 15.89^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.25 \cdot 1) = 1052.389 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 114.12 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 750 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 15.89 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{cc}) = 164 \cdot 300 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 69.58 \text{ kA}$$

Cálculo de la Línea: S7 SERVES

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 13 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 28400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
22976 W.(Coef. de Simult.: 0.8 )

$$I = 22976 / (1.732 \times 400 \times 0.9) = 36.85 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 49 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 400x100 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 34506 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 68.28

$$e(\text{parcial}) = 13 \times 22976 / (48.75 \times 400 \times 6) = 2.55 \text{ V.} = 0.64 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.83\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 40 A.

## **SUBCUADRO S7 SERVES**

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S7.1 SEVEZ1	14200 W
S7.2 SEVEZ2	14200 W
TOTAL....	28400 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 400

- Potencia Instalada Fuerza (W): 28000

### Cálculo de la Línea: S7.1 SEVEZ1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 80 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 14200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
12924 W.(Coef. de Simult.: 0.9 )

$$I=12924/1,732 \times 400 \times 0.9=20.73 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 38 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP6). Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 54.88

$$e(\text{parcial})=80 \times 12924 / 51.01 \times 400 \times 4=12.67 \text{ V.}=3.17 \%$$

$$e(\text{total})=4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 25 A.

## **SUBCUADRO S7.1 SEVEZ1**

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S7.1.1 ALSVZ1	200 W
S7.1.2 TCSVZ1	6000 W
S7.1.3 LBSVZ1	2000 W

S7.1.4 LRSVZ1 6000 W  
TOTAL.... 14200 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 200
- Potencia Instalada Fuerza (W): 14000

#### Cálculo de la Línea: S7.1.1 ALSVZ1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $200 \times 1.8 = 360 \text{ W}$ .

$$I = 360 / 1,732 \times 400 \times 1 = 0.52 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial}) = 10 \times 360 / 53.77 \times 400 \times 1.5 = 0.11 \text{ V.} = 0.03 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.03\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S7.1.2 TCSVZ1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: 6000 W.

$$I = 6000 / 1,732 \times 400 \times 0.9 = 9.62 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.04

$$e(\text{parcial}) = 10 \times 6000 / 52.25 \times 400 \times 2.5 = 1.15 \text{ V.} = 0.29 \%$$



$e(\text{total})=4.29\%$  ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S7.1.3 LBSVZ1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos j: 0.9;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.

$$I=2000/1,732 \times 400 \times 0.9=3.21 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.89

$$e(\text{parcial})=15 \times 2000 / 53.6 \times 400 \times 2.5=0.56 \text{ V.}=0.14 \%$$

$e(\text{total})=4.14\%$  ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S7.1.4 LRSVZ1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos j: 0.8;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: 6000 W.

$$I=6000/1,732 \times 400 \times 0.8=10.83 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.17

$$e(\text{parcial})=15 \times 6000 / 51.85 \times 400 \times 2.5=1.74 \text{ V.}=0.43 \%$$

$e(\text{total})=4.43\%$  ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

## **CALCULO DE EMBARRADO S7.1 SEVEZ1**

### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

### a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / ( 60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 0.34^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 14.881 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 20.73 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 0.34 \text{ kA}$$

$$I_{ccs} = K_c \cdot S / ( 1000 \cdot \ddot{O}t_{cc} ) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 5.57 \text{ kA}$$

## Cálculo de la Línea: S7.2 SEVEZ2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 60 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 14200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
12924 W.(Coef. de Simult.: 0.9 )

$I=12924/1,732 \times 400 \times 0.9=20.73 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 38 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP5). Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 54.88

$e(\text{parcial})=60 \times 12924/51.01 \times 400 \times 4=9.5 \text{ V.}=2.38 \%$

$e(\text{total})=3.21\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 25 A.

## **SUBCUADRO**

### **S7.2 SEVEZ2**

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S7.2.1 ALSVZ2	200 W
S7.2.2 TCSVZ2	6000 W
S7.2.3 LBSVZ2	2000 W
S7.2.4 LRSVZ2	6000 W
TOTAL....	14200 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 200

- Potencia Instalada Fuerza (W): 14000

#### Cálculo de la Línea: S7.2.1 ALSVZ2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 200 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$200 \times 1.8=360 \text{ W.}$

$I=360/1,732 \times 400 \times 1=0.52 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04  
 $e(\text{parcial})=10 \times 360 / 53.77 \times 400 \times 1.5 = 0.11 \text{ V.} = 0.03 \%$   
 $e(\text{total})=3.24\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S7.2.2 TCSVZ2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.9;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: 6000 W.

$I=6000/1,732 \times 400 \times 0.9=9.62 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.04

$e(\text{parcial})=10 \times 6000 / 52.25 \times 400 \times 2.5 = 1.15 \text{ V.} = 0.29 \%$

$e(\text{total})=3.49\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S7.2.3 LBSVZ2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos j: 0.9;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.

$I=2000/1,732 \times 400 \times 0.9=3.21 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.89

$e(\text{parcial})=15 \times 2000 / 53.6 \times 400 \times 2.5 = 0.56 \text{ V.} = 0.14 \%$   
 $e(\text{total})=3.35\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S7.2.4 LRSVZ2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: 6000 W.

$I=6000/1,732 \times 400 \times 0.8 = 10.83 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.17

$e(\text{parcial})=15 \times 6000 / 51.85 \times 400 \times 2.5 = 1.74 \text{ V.} = 0.43 \%$

$e(\text{total})=3.64\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### **CALCULO DE EMBARRADO S7.2 SEVEZ2**

##### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

##### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

a) Cálculo electrodinámico

$$s_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 0.44^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 24.785 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 20.73 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 110 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 0.44 \text{ kA}$$

$$I_{\text{cccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}_{\text{tcc}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 5.57 \text{ kA}$$

## **CALCULO DE EMBARRADO S7 SERVES**

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 30
- Ancho (mm): 15
- Espesor (mm): 2
- W<sub>x</sub>, I<sub>x</sub>, W<sub>y</sub>, I<sub>y</sub> (cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>): 0.075, 0.0562, 0.01, 0.001
- I. admisible del embarrado (A): 140

a) Cálculo electrodinámico

$$s_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 3.39^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.01 \cdot 1) = 1199.83 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 36.85 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 140 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 3.39 \text{ kA}$$

$$I_{ccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \dot{O}_{tcc}) = 164 \cdot 30 \cdot 1 / (1000 \cdot 0.5) = 6.96 \text{ kA}$$

### Cálculo de la Línea: S9 EME AL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1240 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
2232 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 2232 / (1.732 \times 400) = 3.22 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 400x100 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 34506 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.66

e(parcial)= $10 \times 2232 / (53.65 \times 400 \times 2.5) = 0.42 \text{ V.} = 0.1 \%$

e(total)=0.3% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 10 A.

### **SUBCUADRO**

#### **S9 EME AL**

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S9.1 VIGMD	110 W
S9.2 VIGJP	110 W
S9.3 VIGLCH	110 W
S9.4 VIGSG	110 W
S9.5EVAMD	100 W
S9.6 EVAJP	100 W
S9.7 EVALC	100 W
S9.8 EVASG	100 W
S9.9 ANTMD	100 W
S9.10 ANTJP	100 W
S9.11 ANTLC	100 W
S9.12 ANTSG	100 W
TOTAL....	1240 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1240

#### Cálculo de la Línea: S9.1 VIGMD

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 110 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 110 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $110 \times 1.8 = 198 \text{ W.}$

$$I = 198 / (1.732 \times 400) = 0.29 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial}) = 110 \times 198 / (53.77 \times 400 \times 2.5) = 0.41 \text{ V.} = 0.1 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S9.2 VIGJP

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 95 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 110 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $110 \times 1.8 = 198 \text{ W.}$

$$I = 198 / (1.732 \times 400) = 0.29 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial}) = 95 \times 198 / (53.77 \times 400 \times 1.5) = 0.58 \text{ V.} = 0.15 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.44\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:



I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S9.3 VIGLCH

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 80 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 110 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $110 \times 1.8 = 198 \text{ W}$ .

$$I = 198 / 1,732 \times 400 \times 1 = 0.29 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial}) = 80 \times 198 / 53.77 \times 400 \times 1.5 = 0.49 \text{ V.} = 0.12 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.42\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S9.4 VIGSG

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 110 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 110 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $110 \times 1.8 = 198 \text{ W}$ .

$$I = 198 / 1,732 \times 400 \times 1 = 0.29 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial}) = 110 \times 198 / 53.77 \times 400 \times 2.5 = 0.41 \text{ V.} = 0.1 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S9.5EVAMD

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 90 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $100 \times 1.8 = 180 \text{ W.}$

$$I = 180 / 1,732 \times 400 \times 1 = 0.26 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial}) = 90 \times 180 / 53.77 \times 400 \times 1.5 = 0.5 \text{ V.} = 0.13 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.42\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S9.6 EVAJP

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 80 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $100 \times 1.8 = 180 \text{ W.}$

$$I = 180 / 1,732 \times 400 \times 1 = 0.26 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial}) = 80 \times 180 / 53.77 \times 400 \times 1.5 = 0.45 \text{ V.} = 0.11 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.41\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S9.7 EVALC

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 70 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $100 \times 1.8 = 180 \text{ W.}$

$$I = 180 / 1,732 \times 400 \times 1 = 0.26 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial}) = 70 \times 180 / 53.77 \times 400 \times 1.5 = 0.39 \text{ V.} = 0.1 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S9.8 EVASG

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 100 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $100 \times 1.8 = 180 \text{ W.}$

$$I = 180 / 1,732 \times 400 \times 1 = 0.26 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial}) = 100 \times 180 / 53.77 \times 400 \times 1.5 = 0.56 \text{ V.} = 0.14 \%$$

$e(\text{total})=0.44\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S9.9 ANTMD

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 90 m; Cos j: 1;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $100 \times 1.8 = 180 \text{ W}$ .

$I = 180 / 1,732 \times 400 \times 1 = 0.26 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.01

$e(\text{parcial}) = 90 \times 180 / 53.77 \times 400 \times 1.5 = 0.5 \text{ V} = 0.13 \%$

$e(\text{total}) = 0.42\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S9.10 ANTJP

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 80 m; Cos j: 1;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $100 \times 1.8 = 180 \text{ W}$ .

$I = 180 / 1,732 \times 400 \times 1 = 0.26 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.01

$e(\text{parcial})=80 \times 180 / 53.77 \times 400 \times 1.5 = 0.45 \text{ V.} = 0.11 \%$   
 $e(\text{total})=0.41\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S9.11 ANTLC

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 70 m; Cos j: 1;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $100 \times 1.8 = 180 \text{ W.}$

$I=180/1,732 \times 400 \times 1 = 0.26 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.01

$e(\text{parcial})=70 \times 180 / 53.77 \times 400 \times 1.5 = 0.39 \text{ V.} = 0.1 \%$

$e(\text{total})=0.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S9.12 ANTSG

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 100 m; Cos j: 1;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $100 \times 1.8 = 180 \text{ W.}$

$I=180/1,732 \times 400 \times 1 = 0.26 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01  
e(parcial)=100x180/53.77x400x1.5=0.56 V.=0.14 %  
e(total)=0.44% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

## **CALCULO DE EMBARRADO S9 EME AL**

### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- n° pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

### a) Cálculo electrodinámico

$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 1.86^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 449.109 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$

### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

I<sub>cal</sub> = 3.22 A

I<sub>adm</sub> = 110 A

### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

I<sub>pcc</sub> = 1.86 kA

I<sub>ccs</sub> = K<sub>c</sub> · S / (1000 · Öt<sub>cc</sub>) = 164 · 24 · 1 / (1000 · Ö0.5) = 5.57 kA

### Cálculo de la Línea: S10 EME FZA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 290000 W.

- Potencia de cálculo:  
290000 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$I=290000/1,732 \times 400 \times 0.8=523.24$  A.

Se eligen conductores Tripolares 2(3x95+TTx50)mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 542 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 400x100 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 34506 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 86.6

$e(\text{parcial})=10 \times 290000 / 45.97 \times 400 \times 2 \times 95=0.83$  V.=0.21 %

$e(\text{total})=0.4\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Termica en Principio de Línea

I. Aut./Tri. In.: 630 A. Térmico reg. Int.Reg.: 533 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 630 A.

## **SUBCUADRO**

### **S10 EME FZA**

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S10.1 CREFM	32000 W
S10.2 SAJAM	63000 W
S10.3 SECZJ	135000 W
S10.4 SECZJ	60000 W
TOTAL....	290000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 290000

#### Cálculo de la Línea: S10.1 CREFM

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 60 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 32000 W.

- Potencia de cálculo: 32000 W.

$I=32000/1,732 \times 400 \times 0.8=57.74$  A.

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 68 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 400x100 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 34506

mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 76.05

$e(\text{parcial})=60 \times 32000 / 47.53 \times 400 \times 10 = 10.1 \text{ V.} = 2.52 \%$

$e(\text{total})=2.93\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S10.2 SAJAM

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 30 m; Cos j: 0.8;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 63000 W.

- Potencia de cálculo: 63000 W.

$I=63000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 113.67 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tripolares 3x25+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 115 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 400x100 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 34506 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 88.85

$e(\text{parcial})=30 \times 63000 / 45.65 \times 400 \times 25 = 4.14 \text{ V.} = 1.04 \%$

$e(\text{total})=1.44\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 114 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S10.3 SECZJ

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 60 m; Cos j: 0.8;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 135000 W.

- Potencia de cálculo:

121500 W.(Coef. de Simult.: 0.9 )

$I=121500 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 219.22 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tripolares 3x70+TTx35mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1



I.ad. a 40°C (Fc=1) 223 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 400x100 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 34506 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 88.32

e(parcial)=60x121500/45.73x400x70=5.69 V.=1.42 %

e(total)=1.82% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Termica en Principio de Línea

I. Aut./Tri. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 221 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 250 A.

## **SUBCUADRO**

### **S10.3 SECZJ**

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S10.3.1 SECD1	45000 W
S10.3.2 SECD2	45000 W
S10.3.3 SECD	45000 W
TOTAL....	135000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 135000

#### Cálculo de la Línea: S10.3.1 SECD1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 45000 W.

- Potencia de cálculo: 45000 W.

$I=45000/1,732 \times 400 \times 0.8=81.19$  A.

Se eligen conductores Unipolares 3x25+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 100 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 72.96

e(parcial)=10x45000/48.01x400x25=0.94 V.=0.23 %

e(total)=2.06% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 91 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S10.3.2 SECD2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 45000 W.
- Potencia de cálculo: 45000 W.

$$I=45000/1,732 \times 400 \times 0.8=81.19 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x25+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 100 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 72.96

$$e(\text{parcial})=25 \times 45000 / 48.01 \times 400 \times 25 = 2.34 \text{ V.} = 0.59 \%$$

$$e(\text{total})=2.41\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 91 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S10.3.3 SECD

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 40 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 45000 W.
- Potencia de cálculo: 45000 W.

$$I=45000/1,732 \times 400 \times 0.8=81.19 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x25+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 100 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 72.96

$$e(\text{parcial})=40 \times 45000 / 48.01 \times 400 \times 25 = 3.75 \text{ V.} = 0.94 \%$$

$$e(\text{total})=2.76\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 91 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

## **CALCULO DE EMBARRADO S10.3 SECZJ**

### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 120
- Ancho (mm): 40
- Espesor (mm): 3
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 0.8, 1.6, 0.06, 0.009
- I. admisible del embarrado (A): 420

### a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 7.79^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.06 \cdot 1) = 1052.321 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 219.22 \text{ A}$$
$$I_{adm} = 420 \text{ A}$$

### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 7.79 \text{ kA}$$
$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{cc}) = 164 \cdot 120 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 27.83 \text{ kA}$$

## Cálculo de la Línea: S10.4 SECZJ

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 80 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 60000 W.
- Potencia de cálculo:  
54000 W.(Coef. de Simult.: 0.9 )

$$I = 54000 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 97.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x25+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 115 A. según ITC-BT-19  
Dimensiones bandeja: 400x100 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 34506 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 75.89

$e(\text{parcial})=80 \times 54000 / 47.56 \times 400 \times 25 = 9.08 \text{ V.} = 2.27 \%$

$e(\text{total})=2.67\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tri. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 100 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 100 A.

## **SUBCUADRO**

### **S10.4 SECZJ**

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S10.4.1 SECF1	20000 W
S10.4.2 SCF2	20000 W
S10.4.3 SECF3	20000 W
TOTAL....	60000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 60000

#### Cálculo de la Línea: S10.4.1 SECF1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 20000 W.

- Potencia de cálculo: 20000 W.

$I=20000/1,732 \times 400 \times 0.8=36.09 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 3x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 41 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 78.73

$e(\text{parcial})=10 \times 20000 / 47.13 \times 400 \times 6 = 1.77 \text{ V.} = 0.44 \%$

$e(\text{total})=3.11\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S10.4.2 SCF2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: 20000 W.

$$I=20000/1,732 \times 400 \times 0.8=36.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 41 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 78.73

$$e(\text{parcial})=20 \times 20000 / 47.13 \times 400 \times 6=3.54 \text{ V.}=0.88 \%$$

$$e(\text{total})=3.56\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: S10.4.3 SECF3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: 20000 W.

$$I=20000/1,732 \times 400 \times 0.8=36.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 41 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 78.73

$$e(\text{parcial})=30 \times 20000 / 47.13 \times 400 \times 6=5.3 \text{ V.}=1.33 \%$$

$$e(\text{total})=4\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

## **CALCULO DE EMBARRADO S10.4 SECZJ**

### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- n° pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

### a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 2.28^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 675.618 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 97.43 \text{ A}$$
$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 2.28 \text{ kA}$$
$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{cc}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 5.57 \text{ kA}$$

## **CALCULO DE EMBARRADO S10 EME FZA**

### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- n° pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 800
- Ancho (mm): 80
- Espesor (mm): 10
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 10.66, 42.6, 1.333, 0.666
- I. admisible del embarrado (A): 1400

a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / ( 60 \cdot d \cdot W_y \cdot n ) = 37.83^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 1.333 \cdot 1) = 1118.078 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 523.24 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 1400 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 37.83 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / ( 1000 \cdot \ddot{O}t_{cc} ) = 164 \cdot 800 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 185.54 \text{ kA}$$

**CALCULO DE EMBARRADO DESCARGA DIRECTA TRAFOS**

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: pintadas
- n° pletinas por fase: 2
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 800
- Ancho (mm): 80
- Espesor (mm): 10
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 10.66, 42.6, 1.333, 0.666
- I. admisible del embarrado (A): 2600

a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / ( 60 \cdot d \cdot W_y \cdot n ) = 41.47^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 1.333 \cdot 2) = 671.853 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 2309.47 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 2600 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 41.47 \text{ kA}$$

$$I_{ccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 800 \cdot 2 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 371.09 \text{ kA}$$

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

**Cuadro General de Mando y Protección**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T. Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
TRAFO 2	760000	6	3x600/300Cu	1154.73	1350	0.19	0.19	
TRAFO 1	760000	4	3x600/300Cu	1154.73	1350	0.13	0.13	
S8. EMERG	377187.5	13	2(4x150+TTx95)Cu	640.52	718	0.17	0.17	150x60
Bateria Condensadores	1238418	8	3(3x185+TTx95)Cu	1129.69	1227	0.1	0.29	400x100
S1 MATAD	56280	130	3x25+TTx16Cu	101.54	115	3.88	4.08	400x100
S2 JAM	149520	40	3x95+TTx50Cu	269.77	271	0.86	1.06	400x100
S3 LMCH	67080	80	3x35+TTx16Cu	121.03	143	2.01	2.21	400x100
S4 SG NAVE	176526.28	15	4x120+TTx70Cu	283.11	314	0.29	0.49	400x100
S5 SG CENT	106560.01	12	4x70+TTx35Cu	192.26	223	0.24	0.43	400x100
S6 OFIC	71154	10	4x25+TTx16Cu	114.12	115	0.39	0.58	400x100
S7 SERVES	22976	13	4x6+TTx6Cu	36.85	49	0.64	0.83	400x100
S9 EME AL	2232	10	4x2.5+TTx2.5Cu	3.22	28	0.1	0.3	400x100
S10 EME FZA	290000	10	2(3x95+TTx50)Cu	523.24	542	0.21	0.4	400x100

**Cortocircuito**

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
TRAFO 2	6	3x600/300Cu	24.25	25	10260.44	69.93			1250;B
TRAFO 1	4	3x600/300Cu	24.2	25	10473.	67.12			1250;B



			5		06				
S8. EMERG	13	2(4x150+TTx95)Cu	14.2	15	5986.47	51.35			800;B
Bateria Condensadores	8	3(3x185+TTx95)Cu	46.14	50	20383.18	15.16			1250;C
S1 MATAD	130	3x25+TTx16Cu	46.14	50	716.14	24.92			125;B
S2 JAM	40	3x95+TTx50Cu	46.14	50	7629.82	3.17			400;C
S3 LMCH	80	3x35+TTx16Cu	46.14	50	1610.52	9.66			125;C
S4 SG NAVE	15	4x120+TTx70Cu	46.14	50	15617.46	1.21			400;C
S5 SG CENT	12	4x70+TTx35Cu	46.14	50	13699.61	0.53			250;C
S6 OFIC	10	4x25+TTx16Cu	46.14	50	7946.28	0.2			125;C
S7 SERVES	13	4x6+TTx6Cu	46.14	50	1696.94	0.26			40;C
S9 EME AL	10	4x2.5+TTx2.5Cu	46.14	50	928.6	0.15			10;C
S10 EME FZA	10	2(3x95+TTx50)Cu	46.14	50	18912.84	2.06			630;C

### Subcuadro S1 MATAD

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T. Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S1.1 MUDES	8820	15	3x2.5+TTx2.5Cu	15.91	28	0.65	4.73	75x60
S1.2. ESCH	24840	20	3x10+TTx10Cu	44.82	68	0.62	4.7	75x60
S1.3 DESV	7770	25	3x2.5+TTx2.5Cu	14.02	28	0.94	5.02	75x60
S1.4 ORRET	26880	40	3x16+TTx16Cu	48.5	91	0.82	4.9	75x60
S1.5. DESP	4905	45	3x4+TTx4Cu	8.85	38	0.65	4.73	75x60

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S1.1 MUDES	15	3x2.5+TTx2.5Cu	1.59	4.5	333.94	1.15			16;C
S1.2. ESCH	20	3x10+TTx10Cu	1.59	4.5	518.4	7.61			50;C
S1.3 DESV	25	3x2.5+TTx2.5Cu	1.59	4.5	246.3	2.11			16;C

S1.4 ORRET	40	3x16+TTx16 Cu	1.59	4.5	484.92	22.26			63;B
S1.5. DESP	45	3x4+TTx4Cu	1.59	4.5	227.63	6.31			16;C

### Subcuadro S1.1 MUDES

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.T otal (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S1.1. RESTR	4000	30	3x2.5+TTx2.5Cu	7.22	24	0.57	5.3	20
S1.1.2 CATRA	3600	25	3x2.5+TTx2.5Cu	6.5	24	0.42	5.15	20
S.1.1.3 MUDES	5000	15	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	24	0.36	5.09	20

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcic (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
S1.1. RESTR	30	3x2.5+TTx2.5Cu	0.74	4.5	161.51	4.9			16;C
S1.1.2 CATRA	25	3x2.5+TTx2.5Cu	0.74	4.5	176.72	4.09			16;C
S.1.1.3 MUDES	15	3x2.5+TTx2.5Cu	0.74	4.5	217.73	2.7			16;C

### Subcuadro S1.2. ESCH

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.T otal (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S1.2.1. PELA	7450	25	3x2.5+TTx2.5Cu	13.44	24	0.92	5.62	20
S1.2.2 CCDES	10000	35	3x2.5+TTx2.5Cu	18.04	24	1.79	6.5	20
S.2.3 FREG1	4000	25	3x2.5+TTx2.5Cu	7.22	24	0.47	5.17	20
S1.2.4. FREG2	4000	25	3x2.5+TTx2.5Cu	7.22	24	0.47	5.17	20
S1.2.5 HORCH	2000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	3.61	24	0.09	4.79	20
S1.2.6 CATRA	3600	20	3x2.5+TTx2.5Cu	6.5	24	0.34	5.04	20

### Cortocircuito

Denominación	Longitud	Sección (mm <sup>2</sup> )	IpccI (kA)	P de C	IpccF (A)	tmcic (sg)	tficc (sg)	Lmáx	Curva válida
--------------	----------	----------------------------	------------	--------	-----------	------------	------------	------	--------------

	(m)			(kA)				(m)	
S1.2.1. PELA	25	3x2.5+TTx2.5Cu	1.15	4.5	217.73	2.7			16;C
S1.2.2 CCDES	35	3x2.5+TTx2.5Cu	1.15	4.5	176.72	4.09			20;B
S.2.3 FREG1	25	3x2.5+TTx2.5Cu	1.15	4.5	217.73	2.7			16;C
S1.2.4. FREG2	25	3x2.5+TTx2.5Cu	1.15	4.5	217.73	2.7			16;C
S1.2.5 HORCH	10	3x2.5+TTx2.5Cu	1.15	4.5	333.94	1.15			16;C
S1.2.6 CATRA	20	3x2.5+TTx2.5Cu	1.15	4.5	246.3	2.11			16;C

### Subcuadro S1.3 DESV

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T. Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S1.3.1 SIEEL1	3750	10	3x2.5+TTx2.5Cu	6.77	24	0.18	5.2	20
S1.3.2. SIEEL2	3750	15	3x2.5+TTx2.5Cu	6.77	24	0.27	5.29	20
S1.3.3 CATRA	3600	10	3x2.5+TTx2.5Cu	6.5	24	0.17	5.19	20

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S1.3.1 SIEEL1	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.55	4.5	195.09	3.36			16;C
S1.3.2. SIEEL2	15	3x2.5+TTx2.5Cu	0.55	4.5	176.72	4.09			16;C
S1.3.3 CATRA	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.55	4.5	195.09	3.36			16;C

### Subcuadro S1.4 ORRET

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T. Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S1.4.1 CORRE	30000	20	3x16+TTx16Cu	54.13	77	0.48	5.37	32
S1.4.2 CATRA	3600	10	3x2.5+TTx2.5Cu	6.5	24	0.17	5.07	20

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S1.4.1 CORRE	20	3x16+TTx16 Cu	1.08	4.5	417.51	30.03			63;B
S1.4.2 CATRA	10	3x2.5+TTx2. 5Cu	1.08	4.5	319.72	1.25			16;C

### Subcuadro S1.5. DESP

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.T otal (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S1.5.1 CISDE1	370	40	3x2.5+TTx2. 5Cu	0.67	24	0.07	4.79	20
S1.5.2 CISDE2	370	45	3x2.5+TTx2. 5Cu	0.67	24	0.08	4.8	20
S1.5.3 CISDE3	370	50	3x2.5+TTx2. 5Cu	0.67	24	0.09	4.81	20
S1.5.4 CISDE4	370	55	3x2.5+TTx2. 5Cu	0.67	24	0.09	4.82	20
S1.5.5 CISDE5	370	60	3x4+TTx4Cu	0.67	32	0.06	4.79	20
S1.5.6. CATRA	3600	10	3x2.5+TTx2. 5Cu	6.5	24	0.17	4.9	20

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S1.5.1 CISDE1	40	3x2.5+TTx2. 5Cu	0.51	4.5	115.53	9.58			16;B
S1.5.2 CISDE2	45	3x2.5+TTx2. 5Cu	0.51	4.5	108.83	10.79			16;B
S1.5.3 CISDE3	50	3x2.5+TTx2. 5Cu	0.51	4.5	102.86	12.08			16;B
S1.5.4 CISDE4	55	3x2.5+TTx2. 5Cu	0.51	4.5	97.52	13.44			16;B
S1.5.5 CISDE5	60	3x4+TTx4Cu	0.51	4.5	119.2	23.03			16;B
S1.5.6. CATRA	10	3x2.5+TTx2. 5Cu	0.51	4.5	183.19	3.81			16;C

### Subcuadro S2 JAM

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.T otal (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S2.1 OBJAM	26362	10	3x10+TTx10 Cu	47.56	68	0.33	1.39	75x60

S2.2 CLBOES	11760 0	30	3x70+TTx35 Cu	212.1 8	223	0.68	1.74	75x60
S2.3 EXCON	10318	90	3x4+TTx4Cu	18.62	38	2.82	3.87	75x60
S2.4 DELON	12780	110	3x4+TTx4Cu	23.06	38	4.36	5.42	75x60

#### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S2.1 OBJAM	10	3x10+TTx10 Cu	16.9 4	20	2553.6 3	0.31			50;C
S2.2 CLBOES	30	3x70+TTx35 Cu	16.9 4	20	4146.7 7	5.83			250;C
S2.3 EXCON	90	3x4+TTx4Cu	16.9 4	20	163.48	12.24			20;B
S2.4 DELON	110	3x4+TTx4Cu	16.9 4	20	134.24	18.16			25;B

#### Subcuadro S2.1 OBJAM

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.T total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S2.1.1 CICLA	370	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.67	24	0.02	1.41	20
S2.1.2 CLASI	1400	15	3x2.5+TTx2.5Cu	2.53	24	0.1	1.49	20
S2.1.3 CTRA1	370	20	3x2.5+TTx2.5Cu	0.67	24	0.03	1.43	20
S2.1.4. CTRA2	370	20	3x2.5+TTx2.5Cu	0.67	24	0.03	1.43	20
S2.1.5 BATRA	370	20	3x2.5+TTx2.5Cu	0.67	24	0.03	1.43	20
S2.1.6 DESAN	3000	25	3x2.5+TTx2.5Cu	5.41	24	0.35	1.74	20
S2.1.7 BONIT	2200	20	3x2.5+TTx2.5Cu	3.97	24	0.21	1.6	20
S2.1.8 MEROT	250	15	3x2.5+TTx2.5Cu	0.45	24	0.02	1.41	20
S2.1.9 SALAD	9000	25	3x2.5+TTx2.5Cu	16.24	24	1.13	2.52	20
S2.1.10 SOPLA	5000	30	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	24	0.72	2.11	20
S2.1.11 LAVAD	3500	35	3x2.5+TTx2.5Cu	6.31	24	0.58	1.97	20
S2.1.12 COPLA	330	40	3x2.5+TTx2.5Cu	0.6	24	0.06	1.45	20
S2.1.13 BASCU	3000	30	3x2.5+TTx2.5Cu	5.41	24	0.42	1.81	20

S2.1.14 CLI0B	8500	40	3x2.5+TTx2.5Cu	15.34	24	1.7	3.09	20
---------------	------	----	----------------	-------	----	-----	------	----

#### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S2.1.1 CICLA	10	3x2.5+TTx2.5Cu	5.67	6	687.17	0.27			16;C
S2.1.2 CLASI	15	3x2.5+TTx2.5Cu	5.67	6	503.05	0.51			16;C
S2.1.3 CTRA1	20	3x2.5+TTx2.5Cu	5.67	6	396.73	0.81			16;C
S2.1.4. CTRA2	20	3x2.5+TTx2.5Cu	5.67	6	396.73	0.81			16;C
S2.1.5 BATRA	20	3x2.5+TTx2.5Cu	5.67	6	396.73	0.81			16;C
S2.1.6 DESAN	25	3x2.5+TTx2.5Cu	5.67	6	327.5	1.19			16;C
S2.1.7 BONIT	20	3x2.5+TTx2.5Cu	5.67	6	396.73	0.81			16;C
S2.1.8 MEROT	15	3x2.5+TTx2.5Cu	5.67	6	503.05	0.51			16;C
S2.1.9 SALAD	25	3x2.5+TTx2.5Cu	5.67	6	327.5	1.19			20;C
S2.1.10 SOPLA	30	3x2.5+TTx2.5Cu	5.67	6	278.85	1.64			16;C
S2.1.11 LAVAD	35	3x2.5+TTx2.5Cu	5.67	6	242.78	2.17			16;C
S2.1.12 COPLA	40	3x2.5+TTx2.5Cu	5.67	6	214.97	2.77			16;C
S2.1.13 BASCU	30	3x2.5+TTx2.5Cu	5.67	6	278.85	1.64			16;C
S2.1.14 CLI0B	40	3x2.5+TTx2.5Cu	5.67	6	214.97	2.77			16;C

#### Subcuadro S2.2 CLBOES

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S2.2.1 CLIMAT	12000	50	3x4+TTx4Cu	21.65	32	1.89	3.63	20
S2.2.2 BODE1	30000	30	3x16+TTx16Cu	54.13	77	0.71	2.45	32
S2.2.3 BODE 2	30000	45	3x16+TTx16Cu	54.13	77	1.07	2.81	32
S2.2.4 BODE3	30000	60	3x16+TTx16Cu	54.13	77	1.43	3.17	32
S2.2.5 ESTUF	45000	15	3x25+TTx16	81.19	100	0.35	2.09	40

			Cu					
--	--	--	----	--	--	--	--	--

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S2.2.1 CLIMAT	50	3x4+TTx4Cu	9.2	10	280.33	4.16			25;C
S2.2.2 BODE1	30	3x16+TTx16Cu	9.2	10	1355.8	2.85			63;C
S2.2.3 BODE 2	45	3x16+TTx16Cu	9.2	10	1013.2	5.1			63;C
S2.2.4 BODE3	60	3x16+TTx16Cu	9.2	10	808.72	8			63;C
S2.2.5 ESTUF	15	3x25+TTx16Cu	9.2	10	2505.27	2.04			100;C

### Subcuadro S2.3 EXCON

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T. Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S2.3.1 CONF JR	370	20	3x2.5+TTx2.5Cu	0.67	24	0.03	3.91	20
S2.3.2 CONF JP	370	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.67	24	0.02	3.89	20
S2.3.3 FREID1	2000	25	3x2.5+TTx2.5Cu	3.61	24	0.23	4.11	20
S2.3.4 FREID2	2000	30	3x2.5+TTx2.5Cu	3.61	24	0.28	4.15	20
S2.3.5 LAVPAL	5000	40	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	24	0.95	4.83	20
S2.3.6 MUECAR	5000	45	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	24	1.07	4.95	20

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S2.3.1 CONF JR	20	3x2.5+TTx2.5Cu	0.36	4.5	121.23	8.7			16;B
S2.3.2 CONF JP	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.36	4.5	139.22	6.59			16;B
S2.3.3 FREID1	25	3x2.5+TTx2.5Cu	0.36	4.5	113.88	9.86			16;B
S2.3.4 FREID2	30	3x2.5+TTx2.5Cu	0.36	4.5	107.36	11.09			16;B
S2.3.5 LAVPAL	40	3x2.5+TTx2.5Cu	0.36	4.5	96.34	13.77			16;B
S2.3.6 MUECAR	45	3x2.5+TTx2.5Cu	0.36	4.5	91.64	15.22			16;B

		5Cu							
--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--

### Subcuadro S2.4 DELON

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.T. total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S2.6.1 LONCH	7000	20	3x2.5+TTx2.5Cu	12.63	24	0.68	6.1	20
S2.6.2 CAMVAC	7200	25	3x2.5+TTx2.5Cu	12.99	24	0.88	6.3	20

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcic (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
S2.6.1 LONCH	20	3x2.5+TTx2.5Cu	0.3	4.5	104.38	11.73			16;B
S2.6.2 CAMVAC	25	3x2.5+TTx2.5Cu	0.3	4.5	98.88	13.07			16;B

### Subcuadro S3 LMCH

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.T. total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S3.1 OBLCH	44996	20	3x16+TTx16Cu	81.19	91	0.75	2.96	75x60
S.3.2 LABAN	1000	25	3x2.5+TTx2.5Cu	1.8	28	0.12	2.32	75x60
S3.3 CAMAC	20000	35	3x6+TTx6Cu	36.09	49	1.49	3.7	75x60
S3.4 ENV	14580	45	3x4+TTx4Cu	26.31	38	2.07	4.28	75x60
S3.5. STOK	7224	85	3x2.5+TTx2.5Cu	13.03	28	2.97	5.18	75x60

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcic (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
S3.1 OBLCH	20	3x16+TTx16Cu	3.57	4.5	1048.95	4.76			100;C
S.3.2 LABAN	25	3x2.5+TTx2.5Cu	3.57	4.5	304.53	1.38			16;C
S3.3 CAMAC	35	3x6+TTx6Cu	3.57	4.5	460.02	3.48			40;C
S3.4 ENV	45	3x4+TTx4Cu	3.57	4.5	276.49	4.28			32;B
S3.5. STOK	85	3x2.5+TTx2.5Cu	3.57	4.5	103.33	11.97			16;B



### Subcuadro S3.1 OBLCH

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.T otal (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S3.1.1 BOMADO	9800	30	3x2.5+TTx2.5Cu	17.68	24	1.5	4.46	20
S3.1.2 EMBLOM	5000	25	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	24	0.6	3.55	20
S3.1.3 TEGRAL	500	20	3x2.5+TTx2.5Cu	0.9	24	0.05	3	20
S3.1.4 PICCAR	15000	30	3x4+TTx4Cu	27.06	32	1.48	4.43	20
S3.1. AMACAR	4480	20	3x2.5+TTx2.5Cu	8.08	24	0.43	3.38	20
S3.1.6 EMBCHO	8000	15	3x2.5+TTx2.5Cu	14.43	24	0.59	3.55	20
S3.1.7 GRACHO	500	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.9	24	0.02	2.98	20
S3.1.8 BASCUL	3000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	5.41	24	0.14	3.1	20
S3.1.9 CLIOBR	18000	40	3x6+TTx6Cu	32.48	41	1.55	4.51	25

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S3.1.1 BOMADO	30	3x2.5+TTx2.5Cu	2.33	4.5	240.99	2.2			20;C
S3.1.2 EMBLOM	25	3x2.5+TTx2.5Cu	2.33	4.5	276.49	1.67			16;C
S3.1.3 TEGRAL	20	3x2.5+TTx2.5Cu	2.33	4.5	324.26	1.22			16;C
S3.1.4 PICCAR	30	3x4+TTx4Cu	2.33	4.5	338.9	2.85			32;C
S3.1. AMACAR	20	3x2.5+TTx2.5Cu	2.33	4.5	324.26	1.22			16;C
S3.1.6 EMBCHO	15	3x2.5+TTx2.5Cu	2.33	4.5	391.98	0.83			16;C
S3.1.7 GRACHO	10	3x2.5+TTx2.5Cu	2.33	4.5	495.44	0.52			16;C
S3.1.8 BASCUL	10	3x2.5+TTx2.5Cu	2.33	4.5	495.44	0.52			16;C
S3.1.9 CLIOBR	40	3x6+TTx6Cu	2.33	4.5	366.47	5.48			40;B

### Subcuadro S3.4 ENV

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.T otal (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
--------------	---------------	----------------	----------------------------	---------------	------------	----------------	----------------	-------------------------------------

S3.4.1 CAMVAC	7200	15	3x2.5+TTx2.5Cu	12.99	24	0.53	4.81	20
S3.4.2 ENVGASI	8000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	14.43	24	0.4	4.68	20
S3.4.3 CERCAJ	1000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	1.8	24	0.05	4.33	20

#### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcic (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
S3.4.1 CAMVAC	15	3x2.5+TTx2.5Cu	0.61	4.5	191.75	3.48			16;C
S3.4.2 ENVGASI	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.61	4.5	213.57	2.8			16;C
S3.4.3 CERCAJ	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.61	4.5	213.57	2.8			16;C

#### Subcuadro S3.5. STOK

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, B and.
S3.5.1 CAMSTO	5320	20	3x2.5+TTx2.5Cu	9.6	24	0.51	5.68	20
S23.5.2 MUECAR	5000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	24	0.24	5.41	20

#### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcic (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
S3.5.1 CAMSTO	20	3x2.5+TTx2.5Cu	0.23	4.5	84.68	17.82			16;B
S23.5.2 MUECAR	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.23	4.5	93.08	14.75			16;B

#### Subcuadro S4 SG NAVE

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, B and.
S4.1. ALNAV	14180.4	1	4x35+TTx16Cu	20.47	133	0	0.49	
S4.2. FZN	20000	1	4x35+TTx16Cu	36.09	133	0.01	0.49	
S4.3. TCN	18000	1	4x35+TTx16Cu	28.87	133	0.01	0.49	

S4.4. VENEXT	43200	1	4x35+TTx16 Cu	77.94	133	0.02	0.5	
--------------	-------	---	------------------	-------	-----	------	-----	--

#### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S4.1. ALNAV	1	4x35+TTx16 Cu	34.6 6	35	14404. 37	0.12			25;C
S4.2. FZN	1	4x35+TTx16 Cu	34.6 6	35	14404. 37	0.12			100;C
S4.3. TCN	1	4x35+TTx16 Cu	34.6 6	35	14404. 37	0.12			63;C
S4.4. VENEXT	1	4x35+TTx16 Cu	34.6 6	35	14404. 37	0.12			80;C

#### Subcuadro S4.1. ALNAV

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T. Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S4.1.1 ALGMC1	1166.4	135	4x2.5+TTx2. 5Cu	1.68	24	0.58	1.08	20
S4.1.2 ALGMC2	1166.4	120	4x2.5+TTx2. 5Cu	1.68	24	0.5	0.99	20
S4.1.3 ALGMC3	1166.4	135	4x2.5+TTx2. 5Cu	1.68	24	0.58	1.08	20
S4.1.4 ALGJC1	1360.8	145	4x2.5+TTx2. 5Cu	1.96	24	0.54	1.03	20
S4.1.5 ALGJC2	1360.8	130	4x2.5+TTx2. 5Cu	1.96	24	0.45	0.94	20
S4.1.6 ALGJC3	1360.8	115	4x2.5+TTx2. 5Cu	1.96	24	0.35	0.84	20
S4.1.7. ALGLC1	777.6	75	4x1.5+TTx1. 5Cu	1.12	17.5	0.35	0.84	20
S4.1.8 ALGLC2	777.6	60	4x1.5+TTx1. 5Cu	1.12	17.5	0.26	0.75	20
S4.1.9 ALGLC3	777.6	45	4x1.5+TTx1. 5Cu	1.12	17.5	0.17	0.66	20
S4.1.10 ALLCF	583.2	75	4x1.5+TTx1. 5Cu	0.84	17.5	0.28	0.78	20
S4.1.11 ALLEL	486	58	4x1.5+TTx1. 5Cu	0.7	17.5	0.2	0.7	20
S4.1.12 ALLDL	388.8	131	4x2.5+TTx2. 5Cu	0.56	24	0.23	0.72	20
S4.1.13 ALEXC1	1404	260	4x4+TTx4Cu	2.03	32	0.57	1.06	25
S4.1.14 ALEXC2	1404	260	4x4+TTx4Cu	2.03	32	0.57	1.06	25

#### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S4.1.1 ALGMC1	135	4x2.5+TTx2.5Cu	31.97	35	69.26	26.64			10;B
S4.1.2 ALGMC2	120	4x2.5+TTx2.5Cu	31.97	35	77.88	21.07			10;B
S4.1.3 ALGMC3	135	4x2.5+TTx2.5Cu	31.97	35	69.26	26.64			10;B
S4.1.4 ALGJC1	145	4x2.5+TTx2.5Cu	31.97	35	64.5	30.72			10;B
S4.1.5 ALGJC2	130	4x2.5+TTx2.5Cu	31.97	35	71.91	24.71			10;B
S4.1.6 ALGJC3	115	4x2.5+TTx2.5Cu	31.97	35	81.26	19.36			10;B
S4.1.7. ALGLC1	75	4x1.5+TTx1.5Cu	31.97	35	74.78	8.23			10;B
S4.1.8 ALGLC2	60	4x1.5+TTx1.5Cu	31.97	35	93.39	5.28			10;B
S4.1.9 ALGLC3	45	4x1.5+TTx1.5Cu	31.97	35	124.32	2.98			10;C
S4.1.10ALLCF	75	4x1.5+TTx1.5Cu	31.97	35	74.78	8.23			10;B
S4.1.11 ALLEL	58	4x1.5+TTx1.5Cu	31.97	35	96.59	4.93			10;B
S4.1.12 ALLDL	131	4x2.5+TTx2.5Cu	31.97	35	71.37	25.09			10;B
S4.1.13 ALEXC1	260	4x4+TTx4Cu	31.97	35	57.57	98.7			10;B
S4.1.14 ALEXC2	260	4x4+TTx4Cu	31.97	35	57.57	98.7			10;B

#### Subcuadro S4.2. FZN

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T. Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S4.2.1 CAPRL1	50000	115	4x25+TTx16Cu	90.21	100	1.87	2.36	50
S4.2.2 CAPRL2	50000	115	4x25+TTx16Cu	90.21	100	1.87	2.36	50

#### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S4.2.1 CAPRL1	115	4x25+TTx16Cu	31.97	35	782.78	20.86			100;B
S4.2.2 CAPRL2	115	4x25+TTx16Cu	31.97	35	782.78	20.86			100;B

		Cu	7					
--	--	----	---	--	--	--	--	--

### Subcuadro S4.3. TCN

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T. Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S4.3.1 TCMT	30000	110	4x16+TTx16 Cu	54.13	77	2.08	2.57	40
S4.3.2 TCJM	30000	115	4x16+TTx16 Cu	54.13	77	1.66	2.16	40
S4.3.3 TCLCH	30000	61	4x16+TTx16 Cu	54.13	77	1.02	1.52	40

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S4.3.1 TCMT	110	4x16+TTx16 Cu	31.97	35	530.97	18.57			63;B
S4.3.2 TCJM	115	4x16+TTx16 Cu	31.97	35	508.5	20.25			63;B
S4.3.3 TCLCH	61	4x16+TTx16 Cu	31.97	35	936.45	5.97			63;C

### Subcuadro S4.4. VENEXT

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T. Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S4.3.1 VZMT	12000	95	3x4+TTx4Cu	21.65	32	3.59	4.09	20
S4.3.2 VEZJZ1	12000	55	3x4+TTx4Cu	21.65	32	2.08	2.58	20
S4.3.3 VEZJZ2	12000	105	3x4+TTx4Cu	21.65	32	3.97	4.47	20
S4.3.4 VEZLC	12000	45	3x4+TTx4Cu	21.65	32	1.7	2.2	20

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S4.3.1 VZMT	95	3x4+TTx4Cu	31.97	35	156.77	13.31			25;B
S4.3.2 VEZJZ1	55	3x4+TTx4Cu	31.97	35	269.2	4.51			25;C
S4.3.3 VEZJZ2	105	3x4+TTx4Cu	31.97	35	141.95	16.24			25;B
S4.3.4 VEZLC	45	3x4+TTx4Cu	31.97	35	328	3.04			25;C

### Subcuadro S5 SG CENT

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.T otal (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, B and.
S5.1 CT	6816	6	4x16+TTx16Cu	11.57	85	0.03	0.46	
S5.2 CIF	3708	10	4x2.5+TTx2.5Cu	6.3	28	0.17	0.61	75x60
S5.3. GE	3708	15	4x2.5+TTx2.5Cu	5.95	28	0.26	0.7	75x60
S5.4 CAC	48216	30	4x16+TTx16Cu	86.99	91	1.23	1.66	75x60
S5.5 CBA	9708	40	4x2.5+TTx2.5Cu	17.52	28	1.93	2.37	75x60
S5.6 TMYR	16464	45	4x6+TTx6Cu	29.71	49	1.53	1.97	75x60
S5.7. ZCB	16432	50	4x6+TTx6Cu	29.65	49	1.7	2.13	75x60
S5.8. CEANI	6552	150	4x4+TTx4Cu	10.51	32	2.91	3.35	25

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S5.1 CT	6	4x16+TTx16Cu	30.41	35	6146.79	0.14			16;C
S5.2 CIF	10	4x2.5+TTx2.5Cu	30.41	35	890.85	0.16			16;C
S5.3. GE	15	4x2.5+TTx2.5Cu	30.41	35	604.21	0.35			16;C
S5.4 CAC	30	4x16+TTx16Cu	30.41	35	1794.14	1.63			100;C
S5.5 CBA	40	4x2.5+TTx2.5Cu	30.41	35	231.54	2.38			20;C
S5.6 TMYR	45	4x6+TTx6Cu	30.41	35	486.72	3.11			40;C
S5.7. ZCB	50	4x6+TTx6Cu	30.41	35	439.26	3.82			40;C
S5.8. CEANI	150	4x4+TTx4Cu	30.41	35	99.53	33.03			16;B

### Subcuadro S5.1 CT

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.T otal (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, B and.
S5.1.1 ALCT	360	15	4x1.5+TTx1.5Cu	0.52	17.5	0.04	0.51	20
S5.1.2 TCCT	6000	15	4x2.5+TTx2.5Cu	9.62	24	0.43	0.9	20

			5Cu					
S5.1.3 VENCT	3000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	5.41	24	0.14	0.61	20
S5.1.4 BTESCT	2000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	3.61	24	0.09	0.56	20

#### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S5.1.1 ALCT	15	4x1.5+TTx1.5Cu	13.64	15	354.56	0.37			10;C
S5.1.2 TCCT	15	4x2.5+TTx2.5Cu	13.64	15	569.82	0.39			16;C
S5.1.3 VENCT	10	3x2.5+TTx2.5Cu	13.64	15	818.09	0.19			16;C
S5.1.4 BTESCT	10	3x2.5+TTx2.5Cu	13.64	15	818.09	0.19			16;C

#### Subcuadro S5.2 CIF

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.T. Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S5.2.1 ALCIF	180	10	4x1.5+TTx1.5Cu	0.26	17.5	0.01	0.62	20
S5.2.2 TCCIF	6000	10	4x2.5+TTx2.5Cu	9.62	24	0.29	0.9	20

#### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S5.2.1 ALCIF	10	4x1.5+TTx1.5Cu	1.98	4.5	345.05	0.39			10;C
S5.2.2 TCCIF	10	4x2.5+TTx2.5Cu	1.98	4.5	457.09	0.61			16;C

#### Subcuadro S5.3. GE

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.T. Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S5.3.1 ALGE	180	10	4x1.5+TTx1.5Cu	0.26	17.5	0.01	0.71	20
S5.3.2 TCGE	6000	10	4x2.5+TTx2.5Cu	9.62	24	0.29	0.98	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S5.3.1 ALGE	10	4x1.5+TTx1.5Cu	1.34	4.5	291.47	0.54			10;C
S5.3.2 TCGE	10	4x2.5+TTx2.5Cu	1.34	4.5	367.58	0.95			16;C

**Subcuadro S5.4 CAC**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.T. otal (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S5.4.1 CUCOM1	30000	10	3x16+TTx16Cu	54.13	77	0.24	1.9	32
S5.4.2 CUAFA1	5000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	24	0.24	1.9	20
S5.4.3 CUSA1	2000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	3.21	24	0.09	1.75	20
S5.4.4 CUCOM2	30000	15	3x16+TTx16Cu	54.13	77	0.36	2.02	32
S5.4.5 CUAFA2	5000	15	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	24	0.36	2.02	20
S5.4.6 CUSA2	2000	15	3x2.5+TTx2.5Cu	3.21	24	0.14	1.8	20
S5.4.7 ALACOM	360	20	4x1.5+TTx1.5Cu	0.52	17.5	0.06	1.72	20
S5.4.8 TCACOM	6000	20	4x2.5+TTx2.5Cu	9.62	24	0.57	2.23	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S5.4.1 CUCOM1	10	3x16+TTx16Cu	3.98	4.5	1382.3	2.74			63;C
S5.4.2 CUAFA1	10	3x2.5+TTx2.5Cu	3.98	4.5	616.61	0.34			16;C
S5.4.3 CUSA1	10	3x2.5+TTx2.5Cu	3.98	4.5	616.61	0.34			16;C
S5.4.4 CUCOM2	15	3x16+TTx16Cu	3.98	4.5	1239.88	3.41			63;C
S5.4.5 CUAFA2	15	3x2.5+TTx2.5Cu	3.98	4.5	464.15	0.59			16;C
S5.4.6 CUSA2	15	3x2.5+TTx2.5Cu	3.98	4.5	464.15	0.59			16;C
S5.4.7 ALACOM	20	4x1.5+TTx1.5Cu	3.98	4.5	243.43	0.78			10;C



S5.4.8 TCACOM	20	4x2.5+TTx2.5Cu	3.98	4.5	372.13	0.92			16;C
---------------	----	----------------	------	-----	--------	------	--	--	------

### Subcuadro S5.5 CBA

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.T otal (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S5.5.1 B1AGU	5000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	24	0.24	2.61	20
S5.5.2 B2AGU	5000	15	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	24	0.36	2.73	20
S5.5.3 ALBAG	180	10	4x1.5+TTx1.5Cu	0.26	17.5	0.01	2.38	20
S5.5.4 TCBAG	6000	10	4x2.5+TTx2.5Cu	9.62	24	0.29	2.66	20

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S5.5.1 B1AGU	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.51	4.5	185.72	3.71			16;C
S5.5.2 B2AGU	15	3x2.5+TTx2.5Cu	0.51	4.5	168.99	4.48			16;C
S5.5.3 ALBAG	10	4x1.5+TTx1.5Cu	0.51	4.5	164.07	1.71			10;C
S5.5.4 TCBAG	10	4x2.5+TTx2.5Cu	0.51	4.5	185.72	3.71			16;C

### Subcuadro S5.6 TMYR

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.T otal (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S5.6.1 ALTM	1080	15	4x1.5+TTx1.5Cu	1.56	17.5	0.13	2.09	20
S5.6.2 FZATM	20000	15	4x6+TTx6Cu	32.08	41	0.65	2.61	25
S5.6.3 ALAR	360	20	4x1.5+TTx1.5Cu	0.52	17.5	0.06	2.02	20
S5.6.4 TCAR	6000	20	4x2.5+TTx2.5Cu	9.62	24	0.57	2.54	20

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S5.6.1 ALTM	15	4x1.5+TTx1.5Cu	1.08	4.5	211.93	1.02			10;C

		5Cu							
S5.6.2 FZATM	15	4x6+TTx6Cu	1.08	4.5	367.58	5.45			40;B
S5.6.3 ALAR	20	4x1.5+TTx1.5Cu	1.08	4.5	178.36	1.45			10;C
S5.6.4 TCAR	20	4x2.5+TTx2.5Cu	1.08	4.5	238.91	2.24			16;C

### Subcuadro S5.7. ZCB

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.T. total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S5.7.1 ALCB	540	20	4x1.5+TTx1.5Cu	0.78	17.5	0.08	2.22	20
S5.7.2 FZACB	20000	20	3x6+TTx6Cu	32.08	41	0.86	2.99	25

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S5.7.1 ALCB	20	4x1.5+TTx1.5Cu	0.97	4.5	171.57	1.56			10;C
S5.7.2 FZACB	20	3x6+TTx6Cu	0.97	4.5	316.01	7.37			40;B

### Subcuadro S5.8. CEANI

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.T. total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S5.8.1 ALCEAN	360	15	4x1.5+TTx1.5Cu	0.52	17.5	0.04	3.39	20
S5.8.2 FZACEAN	9000	15	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	24	0.67	4.02	20

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S5.8.1 ALCEAN	15	4x1.5+TTx1.5Cu	0.22	4.5	78.67	7.43			10;B
S5.8.2 FZACEAN	15	4x2.5+TTx2.5Cu	0.22	4.5	85.87	17.33			16;B

### Subcuadro S6 OFIC

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.T. total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
--------------	---------------	---------------	----------------------------	---------------	------------	----------------	------------------	-------------------------------------

								and.
S6.1 ALOFI	3060	100	4x2.5+TTx2.5Cu	4.42	28	1.43	2.01	75x60
S6.2 FZAOFI	53200	100	4x25+TTx16Cu	85.32	115	2.72	3.31	75x60

#### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S6.1 ALOFI	100	4x2.5+TTx2.5Cu	17.64	20	92.82	14.84			10;B
S6.2 FZAOFI	100	4x25+TTx16Cu	17.64	20	845.04	17.9			100;B

#### Subcuadro S6.1 ALOFI

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.T otal (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, B and.
S6.1.1 ALOFZ1	1620	10	4x2.5+TTx2.5Cu	2.34	24	0.08	2.09	20
S6.1.2 ALOFZ2	1440	10	4x1.5+TTx1.5Cu	2.08	17.5	0.11	2.12	20

#### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S6.1.1 ALOFZ1	10	4x2.5+TTx2.5Cu	0.21	4.5	84.46	17.92			10;B
S6.1.2 ALOFZ2	10	4x1.5+TTx1.5Cu	0.21	4.5	79.68	7.25			10;B

#### Subcuadro S6.1.1 ALOFZ1

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.T otal (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, B and.
S6.1.1.1 ALOFZ11	720	10	4x2.5+TTx2.5Cu	1.04	24	0.03	2.12	20
S6.1.1.2 ALOFZ12	720	20	4x1.5+TTx1.5Cu	1.04	17.5	0.11	2.2	20
S6.1.1.3 ALSEOF	180	30	4x1.5+TTx1.5Cu	0.26	17.5	0.04	2.13	20

#### Cortocircuito

Denominación	Long	Sección	I <sub>pccI</sub>	P de	I <sub>pccF</sub>	t <sub>mcic</sub>	t <sub>ficc</sub>	L <sub>máx</sub>	Curva
--------------	------	---------	-------------------	------	-------------------	-------------------	-------------------	------------------	-------

	itud (m)	(mm <sup>2</sup> )	(kA)	C (kA)	(A)	c (sg)	(sg)	x (m)	válida
S6.1.1.1 ALOFZ11	10	4x2.5+TTx2. 5Cu	0.19	4.5	77.49	21.29			10;B
S6.1.1.2 ALOFZ12	20	4x1.5+TTx1. 5Cu	0.19	4.5	64.97	10.9			10;B
S6.1.1.3 ALSEOF	30	4x1.5+TTx1. 5Cu	0.19	4.5	58.25	13.56			10;B

### Subcuadro S6.1.2 ALOFZ2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.C álc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Ad m. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.T otal (%)	Dimensiones( mm) Tubo,Canal,B and.
S6.1.2.1 ALOF21	720	30	4x1.5+TTx1. 5Cu	1.04	17.5	0.17	2.29	20
S6.1.2.2 ALOF22	720	40	4x1.5+TTx1. 5Cu	1.04	17.5	0.22	2.35	20

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcic c (sg)	tficc (sg)	Lmá x (m)	Curva válida
S6.1.2.1 ALOF21	30	4x1.5+TTx1. 5Cu	0.18	4.5	55.93	14.71			10;B
S6.1.2.2 ALOF22	40	4x1.5+TTx1. 5Cu	0.18	4.5	50.88	17.77			10;B

### Subcuadro S6.2 FZAOFI

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.C álc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Ad m. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.T otal (%)	Dimensiones( mm) Tubo,Canal,B and.
S6.2.1 FZAOFZ1	26600	10	4x10+TTx10 Cu	42.66	57	0.34	3.65	32
S6.2.2 FZAOFZ2	26600	10	4x16+TTx16 Cu	42.66	77	0.2	3.51	40

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcic c (sg)	tficc (sg)	Lmá x (m)	Curva válida
S6.2.1 FZAOFZ1	10	4x10+TTx10 Cu	1.88	4.5	689.83	4.3			50;C
S6.2.2 FZAOFZ2	10	4x16+TTx16 Cu	1.88	4.5	740.86	9.54			50;C

### Subcuadro S6.2.1 FZAOFZ1

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.T otal (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S6.2.1.1 TCOFZ11	9000	10	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	24	0.45	4.09	20
S6.2.1.2 TCFZ12	9000	20	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	24	0.89	4.54	20
S6.2.1.3 CLOFZ11	10000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	16.04	24	0.5	4.15	20
S6.2.1.4 CLOFZ12	10000	20	3x2.5+TTx2.5Cu	16.04	24	1.01	4.65	20

#### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S6.2.1.1 TCOFZ11	10	4x2.5+TTx2.5Cu	1.53	4.5	397.61	0.81			16;C
S6.2.1.2 TCFZ12	20	4x2.5+TTx2.5Cu	1.53	4.5	279.28	1.64			16;C
S6.2.1.3 CLOFZ11	10	3x2.5+TTx2.5Cu	1.53	4.5	397.61	0.81			20;C
S6.2.1.4 CLOFZ12	20	3x2.5+TTx2.5Cu	1.53	4.5	279.28	1.64			20;C

#### Subcuadro S6.2.2 FZAOFZ2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.T otal (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S62.2.1 TCOFZ21	9000	30	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	24	1.34	4.85	20
S62.2.2 TCOFZ22	9000	40	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	24	1.78	5.29	20
S62.2.3 CLOFZ21	10000	30	3x2.5+TTx2.5Cu	16.04	24	1.51	5.02	20
S62.2.4 CLOFZ22	10000	40	3x2.5+TTx2.5Cu	16.04	24	2.01	5.52	20

#### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S62.2.1 TCOFZ21	30	4x2.5+TTx2.5Cu	1.64	4.5	219.96	2.64			16;C
S62.2.2 TCOFZ22	40	4x2.5+TTx2.5Cu	1.64	4.5	178.19	4.03			16;C

S62.2.3 CLOFZ21	30	3x2.5+TTx2.5Cu	1.64	4.5	219.96	2.64			20;C
S62.2.4 CLOFZ22	40	3x2.5+TTx2.5Cu	1.64	4.5	178.19	4.03			20;B

### Subcuadro S7 SERVES

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T. Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S7.1 SEVEZ1	12924	80	4x4+TTx4Cu	20.73	38	3.17	4	75x60
S7.2 SEVEZ2	12924	60	4x4+TTx4Cu	20.73	38	2.38	3.21	75x60

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S7.1 SEVEZ1	80	4x4+TTx4Cu	3.77	4.5	169.03	11.45			25;B
S7.2 SEVEZ2	60	4x4+TTx4Cu	3.77	4.5	218.15	6.88			25;B

### Subcuadro S7.1 SEVEZ1

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T. Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S7.1.1 ALSVZ1	360	10	4x1.5+TTx1.5Cu	0.52	17.5	0.03	4.03	20
S7.1.2 TCSVZ1	6000	10	4x2.5+TTx2.5Cu	9.62	24	0.29	4.29	20
S7.1.3 LBSVZ1	2000	15	3x2.5+TTx2.5Cu	3.21	24	0.14	4.14	20
S7.1.4 LRSVZ1	6000	15	3x2.5+TTx2.5Cu	10.83	24	0.43	4.43	20

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S7.1.1 ALSVZ1	10	4x1.5+TTx1.5Cu	0.38	4.5	130	2.72			10;C
S7.1.2 TCSVZ1	10	4x2.5+TTx2.5Cu	0.38	4.5	143.23	6.23			16;B
S7.1.3 LBSVZ1	15	3x2.5+TTx2.5Cu	0.38	4.5	133.07	7.22			16;B
S7.1.4 LRSVZ1	15	3x2.5+TTx2.5Cu	0.38	4.5	133.07	7.22			16;B

### Subcuadro S7.2 SEVEZ2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.T otal (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S7.2.1 ALSVZ2	360	10	4x1.5+TTx1.5Cu	0.52	17.5	0.03	3.24	20
S7.2.2 TCSVZ2	6000	10	4x2.5+TTx2.5Cu	9.62	24	0.29	3.49	20
S7.2.3 LBSVZ2	2000	15	3x2.5+TTx2.5Cu	3.21	24	0.14	3.35	20
S7.2.4 LRSVZ2	6000	15	3x2.5+TTx2.5Cu	10.83	24	0.43	3.64	20

#### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S7.2.1 ALSVZ2	10	4x1.5+TTx1.5Cu	0.48	4.5	157.23	1.86			10;C
S7.2.2 TCSVZ2	10	4x2.5+TTx2.5Cu	0.48	4.5	177	4.08			16;C
S7.2.3 LBSVZ2	15	3x2.5+TTx2.5Cu	0.48	4.5	161.75	4.89			16;C
S7.2.4 LRSVZ2	15	3x2.5+TTx2.5Cu	0.48	4.5	161.75	4.89			16;C

#### Subcuadro S9 EME AL

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.T otal (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S9.1 VIGMD	198	110	4x2.5+TTx2.5Cu	0.29	24	0.1	0.4	20
S9.2 VIGJP	198	95	4x1.5+TTx1.5Cu	0.29	17.5	0.15	0.44	20
S9.3 VIGLCH	198	80	4x1.5+TTx1.5Cu	0.29	17.5	0.12	0.42	20
S9.4 VIGSG	198	110	4x2.5+TTx2.5Cu	0.29	24	0.1	0.4	20
S9.5 EVAMD	180	90	4x1.5+TTx1.5Cu	0.26	17.5	0.13	0.42	20
S9.6 EVAJP	180	80	4x1.5+TTx1.5Cu	0.26	17.5	0.11	0.41	20
S9.7 EVALC	180	70	4x1.5+TTx1.5Cu	0.26	17.5	0.1	0.4	20
S9.8 EVASG	180	100	4x1.5+TTx1.5Cu	0.26	17.5	0.14	0.44	20
S9.9 ANTMD	180	90	4x1.5+TTx1.5Cu	0.26	17.5	0.13	0.42	20

			5Cu					
S9.10 ANTJP	180	80	4x1.5+TTx1.5Cu	0.26	17.5	0.11	0.41	20
S9.11 ANTLC	180	70	4x1.5+TTx1.5Cu	0.26	17.5	0.1	0.4	20
S9.12 ANTSG	180	100	4x1.5+TTx1.5Cu	0.26	17.5	0.14	0.44	20

#### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S9.1 VIGMD	110	4x2.5+TTx2.5Cu	2.06	4.5	78.13	20.94			10;B
S9.2 VIGJP	95	4x1.5+TTx1.5Cu	2.06	4.5	55.71	14.82			10;B
S9.3 VIGLCH	80	4x1.5+TTx1.5Cu	2.06	4.5	65.42	10.75			10;B
S9.4 VIGSG	110	4x2.5+TTx2.5Cu	2.06	4.5	78.13	20.94			10;B
S9.5EVAMD	90	4x1.5+TTx1.5Cu	2.06	4.5	58.61	13.39			10;B
S9.6 EVAJP	80	4x1.5+TTx1.5Cu	2.06	4.5	65.42	10.75			10;B
S9.7 EVALC	70	4x1.5+TTx1.5Cu	2.06	4.5	74.02	8.4			10;B
S9.8 EVASG	100	4x1.5+TTx1.5Cu	2.06	4.5	53.08	16.33			10;B
S9.9 ANTMD	90	4x1.5+TTx1.5Cu	2.06	4.5	58.61	13.39			10;B
S9.10 ANTJP	80	4x1.5+TTx1.5Cu	2.06	4.5	65.42	10.75			10;B
S9.11 ANTLC	70	4x1.5+TTx1.5Cu	2.06	4.5	74.02	8.4			10;B
S9.12 ANTSG	100	4x1.5+TTx1.5Cu	2.06	4.5	53.08	16.33			10;B

#### Subcuadro S10 EME FZA

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T. Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S10.1 CREFM	32000	60	3x10+TTx10Cu	57.74	68	2.52	2.93	400x100
S10.2 SAJAM	63000	30	3x25+TTx16Cu	113.67	115	1.04	1.44	400x100
S10.3 SECZJ	121500	60	3x70+TTx35Cu	219.22	223	1.42	1.82	400x100
S10.4 SECZJ	54000	80	3x25+TTx16Cu	97.43	115	2.27	2.67	400x100



			Cu					
--	--	--	----	--	--	--	--	--

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S10.1 CREFM	60	3x10+TTx10 Cu	41.98	50	615.98	5.39			63;B
S10.2 SAJAM	30	3x25+TTx16 Cu	41.98	50	2881.06	1.54			125;C
S10.3 SECZJ	60	3x70+TTx35 Cu	41.98	50	3892.74	6.61			250;C
S10.4 SECZJ	80	3x25+TTx16 Cu	41.98	50	1138.94	9.85			100;C

### Subcuadro S10.3 SECZJ

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.C álc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.T otal (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S10.3.1 SECD1	45000	10	3x25+TTx16 Cu	81.19	100	0.23	2.06	40
S10.3.2 SECD2	45000	25	3x25+TTx16 Cu	81.19	100	0.59	2.41	40
S10.3.3 SECD	45000	40	3x25+TTx16 Cu	81.19	100	0.94	2.76	40

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S10.3.1 SECD1	10	3x25+TTx16 Cu	8.64	10	2761.02	1.68			100;C
S10.3.2 SECD2	25	3x25+TTx16 Cu	8.64	10	1919.01	3.47			100;C
S10.3.3 SECD	40	3x25+TTx16 Cu	8.64	10	1469.6	5.92			100;C

### Subcuadro S10.4 SECZJ

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.C álc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.T otal (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S10.4.1 SECF1	20000	10	3x6+TTx6Cu	36.09	41	0.44	3.11	25
S10.4.2 SCF2	20000	20	3x6+TTx6Cu	36.09	41	0.88	3.56	25
S10.4.3 SECF3	20000	30	3x6+TTx6Cu	36.09	41	1.33	4	25

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcic</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curva válida
S10.4.1 SECF1	10	3x6+TTx6Cu	2.53	4.5	756.64	1.29			40;C
S10.4.2 SCF2	20	3x6+TTx6Cu	2.53	4.5	566.42	2.29			40;C
S10.4.3 SECF3	30	3x6+TTx6Cu	2.53	4.5	452.61	3.59			40;C

## **2. ANEXO 2: PROYECTO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

### **2.1.MEMORIA DESCRIPTIVA**

#### **2.1.1. ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN.**

Se redacta el presente proyecto de "CENTRO DE TRANSFORMACION TIPO INTERIOR" por encargo de \_\_\_\_\_, con C.I.F.: \_\_\_\_\_ y domicilio social en \_\_\_\_\_ n° \_\_\_\_\_, de \_\_\_\_\_, y a instancia de la Consejería de Trabajo e Industria, Delegación Provincial de \_\_\_\_\_ y del Excmo. Ayuntamiento de \_\_\_\_\_.

La finalidad del Centro de Transformación MT/BT es el suministro de energía eléctrica a \_\_\_\_\_.

#### **2.1.2. OBJETO DEL PROYECTO.**

El objeto del presente proyecto es establecer y justificar todos los datos constructivos que permitan la ejecución de la instalación y al mismo tiempo exponer ante los Organismos Competentes que el centro de transformación MT/BT que nos ocupa reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicha instalación.

#### **2.1.3. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES**

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- 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.
- 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.
- 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 ITC.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- Recomendaciones UNESA.
- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE IER.
- Normalización Nacional. Normas UNE.
- Método de Cálculo y Proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación conectados a redes de tercera categoría, UNESA.
- Norma Básica de la Edificación.
- Ley 10/1996, de 18 de marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de

instalaciones eléctricas y Reglamento para su aplicación, aprobado por Decreto 2619/1966 de 20 de octubre.

- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

#### **2.1.4. EMPLAZAMIENTO.**

El Centro de Transformación se halla ubicado en .

Se accederá al CT, directamente desde una vía pública o, excepcionalmente, desde una vía privada, con la correspondiente servidumbre de paso.

Para permitir un desplazamiento y manejo fáciles de elementos pesados del CT, como transformadores, etc, los accesos por vía privada tendrán la correspondiente señalización de "prohibido aparcar".

El emplazamiento elegido para el CT deberá permitir el tendido, a partir de las vías públicas o galerías de servicio, de las canalizaciones subterráneas. No se permitirán emplazamientos que obliguen a cruzar espacios privados o comunes situados en el interior de la edificación.

#### **2.1.5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL C.T.**

El centro de transformación objeto del presente proyecto será de obra tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envoltente metálica.

La acometida al mismo será subterránea y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora de Electricidad .

Las celdas a emplear serán modulares de aislamiento y corte en hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

#### **2.1.6. PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA**

Se precisa el suministro de energía eléctrica para alimentar a , a una tensión de 400/230 V y con una potencia máxima demanda de kW.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en este centro de transformación es de kVA.

## **2.1.7. OBRA CIVIL.**

### **2.1.7.1. LOCAL.**

El Centro estará ubicado en un local no prefabricado. En él se ha instalado toda la aparamenta y demás equipos eléctricos.

Si el local se halla ubicado en un edificio para otros usos no podrá instalarse por debajo del primer sótano. El paramento de la puerta estará situado preferentemente en línea de fachada a un vía pública.

Para el diseño de este centro de transformación se han observado todas las normativas antes indicadas, teniendo en cuenta las distancias necesarias para pasillos, accesos, etc.

Las dimensiones del CT deberán permitir:

- El movimiento y colocación en su interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación eléctrica.
- La ejecución de maniobras propias de su explotación y operaciones de mantenimiento en condiciones óptimas de seguridad para las personas que lo realicen.

### **2.1.7.2. EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN.**

El CT deberá cumplir las siguientes condiciones:

- No contendrá canalizaciones ajenas al CT, tales como agua, aire, gas, teléfonos, etc.
- Será construido enteramente con materiales no combustibles.
- Los elementos delimitadores del CT (muros, tabiques, cubiertas, etc), así como los estructurales en él contenidos (vigas, pilares, etc) tendrán una resistencia al fuego RF-240 y los materiales constructivos del revestimiento interior (paramentos, pavimento y techo) serán de clase de reacción al fuego A1, según la clasificación europea de los productos para la construcción.

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

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

Bajo la solera se dispondrán los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja Tensión

### **2.1.7.3. CIMENTACIÓN.**

Si el centro de transformación se ubica a nivel del terreno, la cimentación se realizará mediante zapatas aisladas y flexibles arriostrados en dos direcciones. El terreno será

compacto, con una tensión admisible de 1,5 kg/cm<sup>2</sup> como mínimo para una profundidad de 1,50 m. No obstante, la Dirección Facultativa ha de realizar un estudio geotécnico para obtener el mayor grado de certeza del comportamiento resistente del terreno.

Las cargas a considerar serán las más desfavorables de la obtenidas en la base de los pilares de planta baja, más el peso propio de la zapata de hormigón.

Al objeto de evitar la transmisión de humedades por capilaridad el hormigón de los elementos de cimentación, contención de tierras y soleras, llevará en su masa un aditivo hidrofugante que tenga concedido el Documento de Idoneidad Técnica.

Los materiales de la cimentación serán compatibles entre sí y con el terreno.

#### ***2.1.7.4. SOLERA, PAVIMENTO Y CERRAMIENTOS EXTERIORES.***

El acabado de la solera se hará con una capa de mortero de cemento de una composición adecuada para evitar la formación de polvo y ser resistente a la abrasión. Estará elevada 0,2 m sobre el nivel exterior cuando éste sea inundable. Tendrá una ligera pendiente hacia un punto adecuado de recogida de líquido.

Al realizar el suelo y, en general la obra civil, se deberá tener en cuenta el empotramiento de herrajes, colocación de tubos, registros, canalizaciones de cables, mallas de tierra, etc.

En el piso, a una profundidad máxima de 0,10 m, se instalará un enrejado de hierros redondos de 4 mm de diámetro como mínimo, fondo malla no mayor de 0,30x0,30 m, con nudos soldados. Dicha malla se unirá eléctricamente a la línea de tierra de las masas.

En el hueco para transformador se dispondrán dos perfiles en forma de "U", que se pueden desplazar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

Con la finalidad de permitir la evacuación y extinción del aceite mineral, se dispondrá de pozo de recogida de aceite, con revestimiento resistente al fuego y estanco, que tenga la resistencia estructural adecuada para las condiciones de empleo. Se tendrá en cuenta en su dimensionamiento el volumen de aceite que pueda recibir.

Los muros o tabiques exteriores se construirán de forma que sus características mecánicas estén de acuerdo con el resto del edificio. Para el dimensionado de los espesores se tendrán en cuenta las Condiciones Acústicas, en especial cuando se trate de separaciones con otros locales (todo ello conforme a las Ordenanzas Municipales y/o distintas legislaciones de las Comunidades Autónomas).

Los muros exteriores tendrán una resistencia mínima de 10.000 ohmios. La medición de esta resistencia se realizará aplicando una tensión de 500 V entre dos placas de 200 cm<sup>2</sup> cada una, según se indica en la RU 1303 A.

Ningún herraje o elemento metálico atravesará la pared.

Los tabiques interiores, en función de su uso, deberán presentar la suficiente resistencia mecánica. Sus cantos libres, cuando tengan que servir de apoyo a la aparamenta,

quedarán rematados con perfiles en U y presentarán la debida solidez para absorber los esfuerzos y vibraciones. Se preverá la sujeción en los mismos de los herrajes, bastidores, paso de canalizaciones, etc.

El acabado de la albañilería tendrá las características siguientes:

- Paramentos interiores: Raseo con mortero de cemento fratasado y pintado, estando prohibido el acabado con yeso.
- Paramentos exteriores: Se realizará de acuerdo con el resto del edificio.
- El pavimento será de cemento continuo bruñido y ruleteado.

El acabado de los elementos metálicos que intervengan en la construcción del CT deberá garantizar un adecuado comportamiento frente a la oxidación.

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso a peatones, puertas de transformador y rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero galvanizado. Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de evitar aperturas intempestivas de las mismas y la violación del centro de transformación. Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180° hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90° con un retenedor metálico. Las rejillas están formadas por lamas en forma de "V" invertida, para evitar la entrada de agua de lluvia en el centro de transformación, y rejilla mosquitera, para evitar la entrada de insectos.

Las puertas y rejillas metálicas que den al exterior del CT serán recibidas en la pared, de manera que no exista contacto eléctrico con las masas conductoras interiores, incluidas estructuras metálicas de la albañilería.

#### **2.1.7.5. CUBIERTA.**

El forjado superior o cubierta se dimensionará de acuerdo a las cargas permanentes y sobrecargas que sobre él puedan actuar (CTE). En cualquier caso, el valor mínimo de sobrecarga a considerar será el indicado en el apartado 5.4.2. de la Norma UNE-EN 61330.

El sistema elegido será mediante vigas fabricadas en obra y viguetas semiresistentes, con Documento de Idoneidad Técnica, cuya ficha de características se exigirá por la dirección técnica.

#### **2.1.7.6. PINTURAS.**

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica o epoxy, haciéndolas muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

#### **2.1.7.7. VARIOS.**

Las canalizaciones subterráneas enlazarán con el CT de forma que permitan el tendido directo de cables a partir de la vía de acceso o galería de servicios.

Los cables de alta tensión entrarán bajo tubo en el CT, llegando a la celda

correspondiente por canal o tubo. En los tubos no se admitirán curvaturas. En los canales, los radios de curvatura serán como mínimo de 0,60 m.

El local deberá contar con cota de desagüe suficiente. Los fosos o canales tendrán la solera inclinada, con pendiente del 2 % hacia una arqueta sumidero conectada a la arqueta colectora, que puede ir comunicada mediante tubo con el desagüe general o pozo filtrante.

Cuando el CT se encuentre con las puertas cerradas, el grado de protección mínimo de personas contra el acceso a zonas peligrosas, así como la protección contra la entrada de objetos sólido extraños y agua será IP23.

## **2.1.8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.**

### **2.1.8.1. RED ALIMENTACIÓN.**

La red de la cual se alimenta el centro de transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de      kV, nivel de aislamiento según lista 2 (ITC-RAT 12), y una frecuencia de 50 Hz.

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

### **2.1.8.2. APARAMENTA A.T.**

Las celdas son modulares con aislamiento y corte en SF<sub>6</sub>, cuyos embarrados se conectan de forma totalmente apantallada e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc). La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos del mando, y en la parte inferior se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

El embarrado de las celdas estará dimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.

Las celdas cuentan con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así su incidencia sobre las personas, cables o aparamenta del centro de transformación.

Los interruptores tienen tres posiciones: conectados, seccionados y puestos a tierra. Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada. Los enclavamientos pretenden 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.

En las celdas de protección, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve, debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos.

Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de la tensión nominal ( $U_n$ ):

#### $U_n \leq 20 \text{ kV}$

- Tensión asignada: 24 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
  - A tierra y entre fases: 50 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 60 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
  - A tierra y entre fases: 125 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 145 kV.

#### $20 \text{ kV} < U_n \leq 30 \text{ kV}$

- Tensión asignada: 36 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
  - A tierra y entre fases: 70 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 80 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
  - A tierra y entre fases: 170 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 195 kV.

El transformador es trifásico reductor de tensión, con neutro accesible en el secundario y refrigeración natural en aceite. Se dispone de una rejilla metálica para defensa del trafo.

La conexión entre las celdas A.T. y el transformador se realiza mediante conductores unipolares de aluminio, de aislamiento seco y terminales enchufables, con un radio de curvatura mínimo de  $10(D+d)$ , siendo "D" el diámetro del cable y "d" el diámetro del conductor.

#### **2.1.8.3. APARAMENTA B.T.**

El cuadro de baja tensión tipo UNESA posee en su zona superior un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar que evita la entrada de agua al interior. Dentro de este compartimento existen 4 pletinas deslizantes que hacen la función de seccionador. Más abajo existe un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida (4). Esta protección se encomienda a fusibles dispuestos en bases trifásicas pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

Cuando son necesarias más de 4 salidas en B.T. se permite ampliar el cuadro reseñado

mediante módulos de las mismas características, pero sin compartimento superior de acometida.

La conexión entre el transformador y el cuadro B.T. se realiza mediante conductores unipolares de aluminio, de aislamiento seco 0,6/1 kV sin armadura. Las secciones mínimas necesarias de los cables estarán de acuerdo con la potencia del transformador y corresponderán a las intensidades de corriente máximas permanentes soportadas por los cables. El circuito se realizará con cables de 240 mm<sup>2</sup>.

Se instalará un equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en las celdas A.T.

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

En centros de transformación tipo "abonado" la medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida. En centros de distribución pública no se efectúa medida de energía en media tensión.

## **2.1.10. PUESTA A TIERRA.**

### ***2.1.10.1. TIERRA DE PROTECCIÓN.***

Se conectarán a tierra todas las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente: envolventes de las celdas y cuadros de baja tensión, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc, así como la armadura del edificio. No se unirán las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

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

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre desnudo formando un anillo, y conectará a tierra los elementos descritos anteriormente.

### ***2.1.10.2. TIERRA DE SERVICIO.***

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en baja tensión, debido a faltas en la red de alta tensión, el neutro del sistema de baja tensión se conectará a una toma de tierra independiente del sistema de alta tensión, de tal forma que no exista influencia de la red general de tierra.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre aislado 0,6/1 kV.

## **2.1.11. INSTALACIONES SECUNDARIAS.**

### ***2.1.11.1. ALUMBRADO.***

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de

luz, capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

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

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

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

#### ***2.1.11.2. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.***

Si va a existir personal itinerante de mantenimiento por parte de la compañía suministradora, no se exige que en el centro de transformación haya un extintor. En caso contrario, se incluirá un extintor de eficacia 89B.

La resistencia ante el fuego de los elementos delimitadores y estructurales será RF-240 y la clase de reacción al fuego de materiales de suelos, paredes y techos será A1 según la clasificación europea de los productos para la construcción.

Se dispondrá un cortafuegos en el foso de recogida de aceite, constituido por un cerco o marco metálico que sujete un enrejado que garantice la contención de los guijarros que hacen la función de cortafuegos en caso de derrame de aceite del transformador. Este sistema irá apoyado sobre salientes constituidos por perfiles metálicos anclados en la bancada, bajo el transformador.

#### ***2.1.11.3. VENTILACIÓN.***

Para la evacuación del calor generado en el interior del CT, deberá posibilitarse una circulación de aire.

Cuando se prevean transmisiones de calor en ambos sentidos de las paredes y/o techos que puedan perjudicar a los locales colindantes o al propio CT, deberán aislarse térmicamente estos cerramientos.

Las rejas de ventilación deberán situarse en fachada, vía pública o patios interiores de manzana. Se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

La ventilación podrá ser natural o, bajo convenio, forzada:

- Ventilación natural: Para la renovación del aire en el interior del CT, se establecerán huecos de ventilación que permitan la admisión de aire frío del exterior, situándose éstos en la parte inferior próxima a transformadores. La evacuación del aire caliente (en virtud de su menor densidad) se efectuará mediante salidas situadas en la parte superior de los CT.

- Ventilación forzada: Se adoptará cuando, por características de ubicación del CT, sea imposible la ventilación natural. Los conductos de ventilación forzada deberán ser totalmente independientes de otros conductos de ventilación del edificio. Las rejillas de admisión y expulsión de aire se instalarán de forma que un normal funcionamiento de la ventilación no pueda producir molestias a vecinos o viandantes, cumpliendo lo que al respecto fijen las Ordenanzas Municipales. Se respetarán las condiciones acústicas impuestas.

#### **2.1.11.4. MEDIDAS DE SEGURIDAD.**

Las celdas dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales descritos a continuación:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el interruptor de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Las celdas de entrada y salida serán de aislamiento integral y corte en SF<sub>6</sub>, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, 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.

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.

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

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

La puerta de acceso al CT llevará el Lema Corporativo y estará cerrada con llave.

Las puertas de acceso al CT y, cuando las hubiera, las pantallas de protección, llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico.

En un lugar bien visible del CT se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente.

La instalación para el servicio propio del CT llevará un interruptor diferencial de alta

sensibilidad.

Salvo que en los propios aparatos figuren las instrucciones de maniobra, en el CT, y en lugar bien visible habrá un cartel con las citadas instrucciones.

Deberán estar dotados de bandeja o bolsa portadocumentos.

Para realizar maniobras en A.T. el CT dispondrá de banqueta o alfombra aislante, guantes aislante y pértiga.

### **2.1.12. PLANOS**

En el documento correspondiente de este proyecto, se adjuntan cuantos planos se han estimado necesarios con los detalles suficientes de las instalaciones que se han proyectado, con claridad y objetividad.

### **2.1.13. CONCLUSIÓN**

Expuesto el objeto y la utilidad del presente proyecto, esperamos que el mismo merezca la aprobación de la Administración y el Ayuntamiento, dándonos las autorizaciones pertinentes para su tramitación y puesta en servicio.

## **2.2. SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD EN EL TRABAJO**

### **2.2.1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.**

#### ***2.2.1.1. INTRODUCCIÓN.***

La ley **31/1995**, de 8 de noviembre de 1995, de ***Prevención de Riesgos Laborales*** tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las ***normas reglamentarias*** irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### ***2.2.1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.***

### *2.2.1.2.1. DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES.*

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

### *2.2.1.2.2. PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.*

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

### *2.2.1.2.3. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS.*

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.
- Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
  - Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
  - Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
  - Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
  - Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- **Movimientos de rotación.** Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aún cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:
  - Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
  - Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
- **Movimientos alternativos y de traslación.** El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.
- **Movimientos de traslación y rotación.** Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- **Movimientos de oscilación.** Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

#### *2.2.1.2.4. EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN.*

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.



El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

#### *2.2.1.2.5. INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.*

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### *2.2.1.2.6. FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.*

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

#### *2.2.1.2.7. MEDIDAS DE EMERGENCIA.*

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

#### *2.2.1.2.8. RIESGO GRAVE E INMINENTE.*

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

#### *2.2.1.2.9. VIGILANCIA DE LA SALUD.*

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de



aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

#### *2.2.1.2.10. DOCUMENTACIÓN.*

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

#### *2.2.1.2.11. COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.*

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

#### *2.2.1.2.12. PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS.*

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

#### *2.2.1.2.13. PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD.*

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

#### *2.2.1.2.14. PROTECCIÓN DE LOS MENORES.*

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

#### *2.2.1.2.15. RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.*

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

#### *2.2.1.2.16. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.*

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

#### *2.2.1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.*

##### *2.2.1.3.1. PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.*

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

#### *2.2.1.3.2. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.*

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

#### *2.2.1.4. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.*

##### *2.2.1.4.1. CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.*

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

##### *2.2.1.4.2. DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN.*

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

##### *2.2.1.4.3. DELEGADOS DE PREVENCIÓN.*

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.

- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

## **2.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.**

### **2.2.2.1. INTRODUCCIÓN.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud*, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **485/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las **disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo**, entendiéndose como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

### **2.2.2.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.**

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

### **2.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.**

#### **2.2.3.1. INTRODUCCIÓN.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1215/1997** de 18 de Julio de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo**, entendiéndose como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

#### **2.2.3.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.**

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizarán tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

#### *2.2.3.2.1. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.*

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

#### *2.2.3.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MÓVILES.*

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

#### *2.2.3.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACIÓN DE CARGAS.*

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de



sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

#### *2.2.3.2.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL.*

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barros y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.



Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hinca, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los piones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

#### *2.2.3.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.*

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc). Bajo ningún

concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección antiatrapamientos o abrasiones.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antiretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

## **2.2.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.**

### **2.2.4.1. INTRODUCCIÓN.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a *garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1627/1997** de 24 de Octubre de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción**, entendiendo como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o

ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la *Ejecución de una Edificación de uso Industrial o Comercial* se encuentra incluida en el **Anexo I** de dicha legislación, con la clasificación **a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, d) Montaje y desmontaje de elementos prefabricados, e) Acondicionamiento o instalación, l) Trabajos de pintura y de limpieza y m) Saneamiento.**

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 450.759,08 euros.
- b) La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un *estudio básico de seguridad y salud*. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

#### **2.2.4.2. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

##### **2.2.4.2.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.**

Los *Oficios* más comunes en las obras de construcción son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Cubiertas.
- Enfoscados y enlucidos.
- Carpintería de madera, metálica y cerrajería.
- Pintura y barnizados.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.

Los *riesgos más frecuentes* durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).

- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

#### *2.2.4.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.*

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelo, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilería metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, etc).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo están en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

#### *2.2.4.2.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO*

##### Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.

Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.

Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.

La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.

El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.

Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.

Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.
- La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.
- La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.
- Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

#### Relleno de tierras.

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.

Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

#### Encofrados.

Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonas, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.

El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.

Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.

Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán o remacharán, según

casos.

Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.

#### Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.

Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1'50 m.

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.

Se prohíbe trepar por las armaduras, en cualquier caso.

Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.

Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.

#### Trabajos de manipulación del hormigón.

Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.

La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostándose las partes susceptibles de movimiento.

Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablones, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado"

En el momento en el que el forjado lo permita, se izará en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.

Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.



### Montaje de estructura metálica.

Los perfiles se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior a 1,50 m.

Una vez montada la "primera altura" de pilares, se tenderán bajo ésta redes horizontales de seguridad.

Se prohíbe elevar una nueva altura, sin que en la inmediata inferior se hayan concluido los cordones de soldadura.

Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m. de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilera.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

Se prohíbe trepar directamente por la estructura y desplazarse sobre las alas de una viga sin atar el cinturón de seguridad.

El ascenso o descenso a/o de un nivel superior, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m. la altura de desembarco.

El riesgo de caída al vacío por fachadas se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).

### Montaje de prefabricados.

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

### Albañilería.

Los grandes huecos (patios) se cubrirán con una red horizontal instalada

alternativamente cada dos plantas, para la prevención de caídas.

Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar, para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

Las rampas de las escaleras estarán protegidas en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

#### Cubiertas.

El riesgo de caída al vacío, se controlará instalando redes de horca alrededor del edificio. No se permiten caídas sobre red superiores a los 6 m. de altura.

Se paralizarán los trabajos sobre las cubiertas bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h., lluvia, helada y nieve.

#### Enfoscados y enlucidos.

Las "miras", reglas, tablones, etc., se cargarán a hombro en su caso, de tal forma que al caminar, el extremo que va por delante, se encuentre por encima de la altura del casco de quién lo transporta, para evitar los golpes a otros operarios, los tropezones entre obstáculos, etc.

Se acordonará la zona en la que pueda caer piedra durante las operaciones de proyección de "garbancillo" sobre morteros, mediante cinta de banderolas y letreros de prohibido el paso.

#### Carpintería de madera, metálica y cerrajería.

Los recortes de madera y metálicos, objetos punzantes, cascotes y serrín producidos durante los ajustes se recogerán y se eliminarán mediante las tolvas de vertido, o mediante bateas o plataformas emplintadas amarradas del gancho de la grúa.

Los cercos serán recibidos por un mínimo de una cuadrilla, en evitación de golpes, caídas y vuelcos.

Los listones horizontales inferiores contra deformaciones, se instalarán a una altura en torno a los 60 cm. Se ejecutarán en madera blanca, preferentemente, para hacerlos más visibles y evitar los accidentes por tropiezos.

El "cuelgue" de hojas de puertas o de ventanas, se efectuará por un mínimo de dos operarios, para evitar accidentes por desequilibrio, vuelco, golpes y caídas.

#### Pintura y barnizados.

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de

atmósferas tóxicas o explosivas.

Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.

Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.

Se prohíbe realizar "pruebas de funcionamiento" en las instalaciones, tuberías de presión, equipos motobombas, calderas, conductos, etc. durante los trabajos de pintura de señalización o de protección de conductos.

#### Instalación eléctrica provisional de obra.

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

- 300 mA. Alimentación a la maquinaria.
- 30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
- 30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

#### *2.2.4.2.4. MEDIDAS ESPECÍFICAS PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN.*

Los Oficios más comunes en las instalaciones de alta tensión son los siguientes.

- Instalación de apoyos metálicos o de hormigón.

- Instalación de conductores desnudos.
- Instalación de aisladores cerámicos.
- Instalación de crucetas metálicas.
- Instalación de aparatos de seccionamiento y corte (interruptores, seccionadores, fusibles, etc).
- Instalación de limitadores de sobretensión (autoválvulas pararrayos).
- Instalación de transformadores tipo intemperie sobre apoyos.
- Instalación de dispositivos antivibraciones.
- Medida de altura de conductores.
- Detección de partes en tensión.
- Instalación de conductores aislados en zanjas o galerías.
- Instalación de envolventes prefabricadas de hormigón.
- Instalación de celdas eléctricas (seccionamiento, protección, medida, etc).
- Instalación de transformadores en envolventes prefabricadas a nivel del terreno.
- Instalación de cuadros eléctricos y salidas en B.T.
- Interconexión entre elementos.
- Conexión y desconexión de líneas o equipos.
- Puestas a tierra y conexiones equipotenciales.
- Reparación, conservación o cambio de los elementos citados.

Los Riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación.

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Arco eléctrico.
- Incendio y explosiones. Electrocuciiones y quemaduras.
- Ventilación e Iluminación.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Contacto o manipulación de los elementos aislantes de los transformadores (aceites minerales, aceites a la silicona y piraleno). El aceite mineral tiene un punto de inflamación relativamente bajo (130°) y produce humos densos y nocivos en la combustión. El aceite a la silicona posee un punto de inflamación más elevado (400°). El piraleno ataca la piel, ojos y mucosas, produce gases tóxicos a temperaturas normales y arde mezclado con otros productos.
- Contacto directo con una parte del cuerpo humano y contacto a través de útiles o herramientas.
- Contacto a través de maquinaria de gran altura.
- Maniobras en centros de transformación privados por personal con escaso o nulo conocimiento de la responsabilidad y riesgo de una instalación de alta tensión.
- Agresión de animales.

Las Medidas Preventivas de carácter general se describen a continuación.

Se realizará un diseño seguro y viable por parte del técnico proyectista.

Se inspeccionará el estado del terreno.

Se realizará el ascenso y descenso a zonas elevadas con medios y métodos seguros (escaleras adecuadas y sujetas por su parte superior).

Se evitarán posturas inestables con calzado y medios de trabajo adecuados.

Se utilizarán cuerdas y poleas (si fuese necesario) para subir y bajar materiales.

Se evitarán zonas de posible caída de objetos, respetando la señalización y delimitación.

No se almacenarán objetos en el interior del CT.

Se ubicarán protecciones frente a sobreintensidades y conraintencios: fosos de recogida de aceites, muros cortafuegos, paredes, tabiques, pantallas, extintores fijos, etc.

Se evitarán derrames, suelos húmedos o resbaladizos (canalizaciones, desagües, pozos de evacuación, aislamientos, calzado antideslizante, etc).

Se utilizará un sistema de iluminación adecuado: focos luminosos correctamente colocados, interruptores próximos a las puertas de acceso, etc.

Se utilizará un sistema de ventilación adecuado: entradas de aire por la parte inferior y salidas en la superior, huecos de ventilación protegidos, salidas de ventilación que no molesten a los usuarios, etc.

La señalización será la idónea: puertas con rótulos indicativos, máquinas, celdas, paneles de cuadros y circuitos diferenciados y señalizados, carteles de advertencia de peligro en caso necesario, esquemas unifilares actualizados e instrucciones generales de servicio, carteles normalizados (normas de trabajo A.T., distancias de seguridad, primeros auxilios, etc).

Los trabajadores recibirán una formación específica referente a los riesgos en alta tensión.

Para evitar el riesgo de contacto eléctrico se alejarán las partes activas de la instalación a distancia suficiente del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan, se recubrirán las partes activas con aislamiento apropiado, de tal forma que conserven sus propiedades indefinidamente y que limiten la corriente de contacto a un valor inocuo (1 mA) y se interpondrán obstáculos aislantes de forma segura que impidan todo contacto accidental.

La distancia de seguridad para líneas eléctricas aéreas de alta tensión y los distintos elementos, como maquinaria, grúas, etc no será inferior a 3 m. Respecto a las edificaciones no será inferior a 5 m.

Conviene determinar con la suficiente antelación, al comenzar los trabajos o en la utilización de maquinaria móvil de gran altura, si existe el riesgo derivado de la proximidad de líneas eléctricas aéreas. Se indicarán dispositivos que limiten o indiquen la altura máxima permisible.

Será obligatorio el uso del cinturón de seguridad para los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

Todos los apoyos, herrajes, autoválvulas, seccionadores de puesta a tierra y elementos metálicos en general estarán conectados a tierra, con el fin de evitar las tensiones de paso y de contacto sobre el cuerpo humano. La puesta a tierra del neutro de los transformadores será independiente de la especificada para herrajes. Ambas serán motivo de estudio en la fase de proyecto.

Es aconsejable que en centros de transformación el pavimento sea de hormigón ruleteado antideslizante y se ubique una capa de grava alrededor de ellos (en ambos casos se mejoran las tensiones de paso y de contacto).

Se evitará aumentar la resistividad superficial del terreno.

En centros de transformación tipo intemperie se revestirán los apoyos con obra de fábrica y mortero de hormigón hasta una altura de 2 m y se aislarán las empuñaduras de los mandos.

En centros de transformación interiores o prefabricados se colocarán suelos de láminas aislantes sobre el acabado de hormigón.

Las pantallas de protección contra contacto de las celdas, aparte de esta función, deben evitar posibles proyecciones de líquidos o gases en caso de explosión, para lo cual deberán ser de chapa y no de malla.

Los mandos de los interruptores, seccionadores, etc, deben estar emplazados en lugares de fácil manipulación, evitándose postura forzadas para el operador, teniendo en cuenta que éste lo hará desde el banquillo aislante.

Se realizarán enclavamientos mecánicos en las celdas, de puerta (se impide su apertura cuando el aparato principal está cerrado o la puesta a tierra desconectada), de maniobra (impide la maniobra del aparato principal y puesta a tierra con la puerta abierta), de puesta a tierra (impide el cierre de la puesta a tierra con el interruptor cerrado o viceversa), entre el seccionador y el interruptor (no se cierra el interruptor si el seccionador está abierto y conectado a tierra y no se abrirá el seccionador si el interruptor está cerrado) y enclavamiento del mando por candado.

Como recomendación, en las celdas se instalarán detectores de presencia de tensión y mallas protectoras quitamiedos para comprobación con pértiga.

En las celdas de transformador se utilizará una ventilación optimizada de mayor eficacia situando la salida de aire caliente en la parte superior de los paneles verticales. La dirección del flujo de aire será obligada a través del transformador.

El alumbrado de emergencia no estará concebido para trabajar en ningún centro de transformación, sólo para efectuar maniobras de rutina.

Los centros de transformación estarán dotados de cerradura con llave que impida el acceso a personas ajenas a la explotación.

Las maniobras en alta tensión se realizarán, por elemental que puedan ser, por un

operador y su ayudante. Deben estar advertidos que los seccionadores no pueden ser maniobrados en carga. Antes de la entrada en un recinto en tensión deberán comprobar la ausencia de tensión mediante pértiga adecuada y de forma visible la apertura de un elemento de corte y la puesta a tierra y en cortocircuito del sistema. Para realizar todas las maniobras será obligatorio el uso de, al menos y a la vez, dos elementos de protección personal: pértiga, guantes y banqueta o alfombra aislante, conexión equipotencial del mando manual del aparato y plataforma de maniobras.

Se colocarán señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.

#### **2.2.4.3. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.**

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un *coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra*, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un *plan de seguridad y salud en el trabajo* en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un *aviso* a la autoridad laboral competente.

#### **2.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.**

##### **2.2.5.1. INTRODUCCIÓN.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las *normas de desarrollo reglamentario* las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar *la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual* que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que *no puedan evitarse o limitarse* suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

##### **2.2.5.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.**



Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

#### *2.2.5.2.1. PROTECTORES DE LA CABEZA.*

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

#### *2.2.5.2.2. PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.*

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

#### *2.2.5.2.3. PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.*

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

#### *2.2.5.2.4. PROTECTORES DEL CUERPO.*

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

#### *2.2.5.2.5. EQUIPOS ADICIONALES DE PROTECCIÓN PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN.*

- Casco de protección aislante clase E-AT.
- Guantes aislantes clase IV.
- Banqueta aislante de maniobra clase II-B o alfombra aislante para A.T.
- Pértiga detectora de tensión (salvamento y maniobra).
- Traje de protección de menos de 3 kg, bien ajustado al cuerpo y sin piezas descubiertas

- eléctricamente conductoras de la electricidad.
- Gafas de protección.
  - Insuflador boca a boca.
  - Tierra auxiliar.
  - Esquema unifilar
  - Placa de primeros auxilios.
  - Placas de peligro de muerte y E.T.
  - Material de señalización y delimitación (cintas, señales, etc).

## **2.3. PLIEGO DE CONDICIONES**

### **2.3.1. CONDICIONES GENERALES.**

#### **2.3.1.1. OBJETO.**

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

#### **2.3.1.2. CAMPO DE APLICACIÓN.**

Este Pliego de Condiciones se refiere a la construcción de redes aéreas o subterráneas de alta tensión hasta 132 kV, así como a centros de transformación.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

#### **2.3.1.3. DISPOSICIONES GENERALES.**

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 “Contratación de Obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

##### **2.3.1.3.1. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.**

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- a) Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410/75, de 25 de noviembre.

- b) Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.
- c) Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- d) Decreto de 12 de marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.
- e) 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.
- f) 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 ITC.
- g) Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- h) Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- i) Norma Básica de Edificación.
- j) Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 162/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- k) Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

#### *2.3.1.3.2. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.*

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado “j” del párrafo 3.1. de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc., pudiendo el Director de

Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

#### *2.3.1.3.3. SEGURIDAD PÚBLICA.*

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

#### *2.3.1.4. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.*

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

##### *2.3.1.4.1. DATOS DE LA OBRA.*

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

#### *2.3.1.4.2. REPLANTEO DE LA OBRA.*

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

#### *2.3.1.4.3. MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO.*

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

#### *2.3.1.4.4. RECEPCION DEL MATERIAL.*

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

#### *2.3.1.4.5. ORGANIZACIÓN.*

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le de éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

#### *2.3.1.4.6. FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN.*

El Contratista proporcionará al Director de Obra o Delegados y colaboradores, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de los materiales, así como la mano de obra necesaria para los trabajos que tengan por objeto comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

#### *2.3.1.4.7. ENSAYOS.*

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles, se verificarán por la Dirección Técnica, o bien, si ésta lo estima oportuno, por el correspondiente Laboratorio Oficial.

Todos los gastos de pruebas y análisis serán de cuenta del Contratista.

#### *2.3.1.4.8. LIMPIEZA Y SEGURIDAD EN LAS OBRAS.*

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales, y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio de la Dirección técnica.

Se tomarán las medidas oportunas de tal modo que durante la ejecución de las obras se ofrezca seguridad absoluta, en evitación de accidentes que puedan ocurrir por deficiencia en esta clase de precauciones; durante la noche estarán los puntos de trabajo perfectamente alumbrados y cercados los que por su índole fueran peligrosos.

#### *2.3.1.4.9. MEDIOS AUXILIARES.*

No se abonarán en concepto de medios auxiliares más cantidades que las que figuren explícitamente consignadas en presupuesto, entendiéndose que en todos los demás casos el costo de dichos medios está incluido en los correspondientes precios del presupuesto.

#### *2.3.1.4.10. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.*

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra a tenor de lo dispuesto en el último párrafo del apartado 4.1.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva

cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 4.3.

Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

#### *2.3.1.4.11. SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS.*

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
- b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

#### *2.3.1.4.12. PLAZO DE EJECUCIÓN.*

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante, lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

#### *2.3.1.4.13. RECEPCIÓN PROVISIONAL.*

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la



correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

#### *2.3.1.4.14. PERIODOS DE GARANTÍA.*

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

#### *2.3.1.4.15. RECEPCIÓN DEFINITIVA.*

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

#### *2.3.1.4.16. PAGO DE OBRAS.*

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.



La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

#### *2.3.1.4.17. ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.*

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

#### *2.3.1.5. DISPOSICIÓN FINAL.*

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

### **2.3.2. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE INTERIOR NO PREFABRICADOS**

#### *2.3.2.1. OBJETO.*

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de construcción y montaje de centros de transformación, así como de las condiciones técnicas del material a emplear.

#### *2.3.2.2. OBRA CIVIL.*

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

##### *2.3.2.2.1. EMPLAZAMIENTO.*

El lugar elegido para la instalación del centro debe permitir la colocación y reposición de todos los elementos del mismo, concretamente los que son pesados y grandes, como

transformadores. Los accesos al centro deben tener las dimensiones adecuadas para permitir el paso de dichos elementos.

El emplazamiento del centro debe ser tal que esté protegido de inundaciones y filtraciones.

En el caso de terrenos inundables el suelo del centro debe estar, como mínimo, 0,20 m por encima del máximo nivel de aguas conocido, o si no al centro debe proporcionársele una estanquidad perfecta hasta dicha cota.

El local que contiene el centro debe estar construido en su totalidad con materiales incombustibles.

#### *2.3.2.2.2. EXCAVACIÓN.*

Se efectuará la excavación con arreglo a las dimensiones y características del centro y hasta la cota necesaria indicada en el Proyecto.

La carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes será por cuenta del Contratista.

#### *2.3.2.2.3. CIMIENTOS.*

Se realizará de acuerdo con las características del centro. Si la obra se fabrica en ladrillo, tendrá normalmente una profundidad de 0,60 m. Esta podrá reducirse cuando el centro se construya sobre un terreno rocoso. Por el contrario, si la consistencia del terreno lo exige, se tomarán las medidas convenientes para que quede asegurada la estabilidad de la edificación.

#### *2.3.2.2.4. FORJADOS.*

Los suelos serán de hormigón armado y estarán provistos para las cargas fijas y rodantes que implique el material.

Para el cálculo del forjado del pavimento del CT, deberá considerarse una sobrecarga móvil de 3500 kg/m<sup>2</sup>. Asimismo, cuando el transformador deba desplazarse por forjados ajenos al CT, deberá indicarse igualmente una sobrecarga de 3500 kg y establecer un sistema de reparto de cargas.

En el caso de CT subterráneos, el valor mínimo de sobrecarga a considerar en el cálculo del forjado de la cubierta, será el indicado en el apartado 5.4.2 de la Norma UNE-EN 61330.

En caso de CT en edificio, en la capa de compresión del forjado del techo se colocará una superficie equipotencial formada por una armadura con retícula de luz máxima 15 cm, que abarque toda la superficie del CT.

Salvo en los casos que el centro disponga del pavimento adecuado, se formará una solera de hormigón con mallazo de reparto con retícula de luz máxima 15 cm, apoyada sobre las fundaciones y descansando sobre una base de grava. El hormigón estará dosificado a razón

de 250 kg/m<sup>2</sup>.

Si el acceso de la aparamenta eléctrica y materiales se efectúa a través de trampillas situadas debajo de un forjado, y la cota de éste respecto a dichas trampillas es inferior a 4 m, deberá disponerse de un gancho debidamente anclado en el forjado dimensionado para una carga puntual de 5000 kg, de forma que permita la utilización de un elemento mecánico de elevación.

Se preverán, en los lugares apropiados del centro, orificios para el paso del interior al exterior de la caseta de los cables destinados a la toma de tierra de masas y del neutro B.T. de los transformadores, así como cables de B.T. y M.T. Los orificios estarán inclinados y desembocarán hacia el exterior a una profundidad de 0,40 m del suelo como mínimo.

También se preverán los agujeros de empotramiento para herrajes del equipo eléctrico y el emplazamiento de los carriles de rodamiento de los transformadores. Asimismo, se tendrán en cuenta los pozos de aceite, sus conductos de drenaje, las tuberías para conductores de tierra, registros para tomas de tierra y canales para los cables M.T. y B.T.

En los lugares de paso, los canales estarán cubiertos por losas amovibles.

#### *2.3.2.2.5. MUROS O TABIQUES EXTERIORES.*

Los muros podrán ser de hormigón armado, prefabricado de hormigón (constituidos por paneles convenientemente ensamblados, o bien formando un conjunto con la cubierta y la solera) o fábrica de ladrillo.

Presentarán una resistencia mecánica adecuada a la instalación, pero como mínimo equivalente a la de los siguientes espesores, en función del material:

- Hormigón armado o elementos prefabricados	8 cm
- Fabrica de ladrillo macizo	22 cm
- Pilares angulares de hormigón armado y ladrillos huecos	15 cm

En los CT subterráneos, los muros irán impermeabilizados exteriormente con pintura bituminosa y provistos de pantalla drenante.

#### *2.3.2.2.6. TABIQUES INTERIORES.*

Serán de ladrillo o de hormigón armado. Presentarán la suficiente resistencia en función de su uso, pero como mínimo, la equivalente a la de los espesores de las siguientes paredes:

- Tabique de ladrillo macizo sin marco metálico	15 cm
- Tabique de ladrillo macizo encerrado en marco metálico	5 cm
- Tabique de hormigón armado	5 cm

Los tabiques se construirán de forma que sus cantos queden terminados con perfiles U empotrados en los muros y en el suelo.

Al ejecutar los tabiques se tomarán las disposiciones convenientes para prever los emplazamientos de los herrajes y/o el paso de canalizaciones.

#### *2.3.2.2.7. ACABADOS.*

##### Paramentos interiores

Si la obra es de fábrica de ladrillo, estarán revestidos interiormente con mortero de cemento y arena lavada de dosificación 1:4 con aditivo hidrófugo en masa, fratasado.

Cuando la obra sea de hormigón armado, si es necesario, después del desencofrado se realizará un enlucido idéntico al anterior.

En los tabiques, los orificios para empotramiento se efectuarán antes de dar el enlucido.

El acabado final será pintado, prohibiéndose los enlucidos de yeso.

##### Paramentos exteriores

Cuando sean vistos, como norma general se realizarán de acuerdo con el resto del edificio.

Normalmente será un acabado liso y preparado para ser recubierto por pinturas de la debida calidad y del color que mejor se adapte al medio ambiente.

Cualquier otra terminación: canto rodado, recubrimientos especiales, etc. podrá ser aceptada y se fijará de común acuerdo entre el peticionario y la compañía suministradora, teniendo en cuenta las consideraciones de orden eléctrico y otras relaciones de explotación y mantenimiento del centro.

##### Pavimentos

Serán de mortero de cemento continuo, bruñido y ruleteado, con el fin de evitar la formación de polvo, y será resistente a la abrasión.

El mortero estará dosificado a razón de 600 kg/m<sup>2</sup>. Se prohíbe el empleo de la arena de escorias.

El empotramiento de herrajes, colocación de tubos, registros, canalizaciones de cables, etc, se efectuará antes de realizar el pavimento.

##### Elementos metálicos

Todos los elementos metálicos que intervengan en la construcción del CT y puedan estar sometidos a oxidación, deberán estar protegidos mediante un tratamiento adecuado como galvanizado en caliente, pintura oxidante, etc.

#### *2.3.2.2.8. EVACUACIÓN Y EXTINCIÓN DEL ACEITE AISLANTE.*

Las paredes y techos de las celdas que han de alojar aparatos con baño de aceite, deberán estar construidas con materiales resistentes al fuego, que tengan la resistencia estructural adecuada para las condiciones de empleo.

Con el fin de permitir la evacuación y extinción del aceite aislante, se preverán pozos con revestimiento estanco, teniendo en cuenta el volumen de aceite que puedan recibir. En todos los pozos se preverán apagafuegos superiores, tales como lechos de guijarros de 5 cm de diámetro aproximadamente, sifones en caso de varios pozos con colector único, etc. Se recomienda que los pozos sean exteriores a la celda y además inspeccionables.

#### *2.3.2.2.9. VENTILACIÓN.*

Los locales estarán provistos de ventilación para evitar la condensación y, cuando proceda, refrigerar los transformadores.

Normalmente se recurrirá a la ventilación natural, aunque en casos excepcionales podrá utilizarse también la ventilación forzada.

Cuando se trate de ubicaciones de superficie, se empleará una o varias tomas de aire del exterior, situadas a 0,20 m. del suelo como mínimo, y en la parte opuesta una o varias salidas, situadas lo más altas posible.

En ningún caso las aberturas darán sobre locales a temperatura elevada o que contengan polvo perjudicial, vapores corrosivos, líquidos, gases, vapores o polvos inflamables.

Todas las aberturas de ventilación estarán dispuestas y protegidas de tal forma que se garantice un grado de protección mínimo de personas contra el acceso a zonas peligrosas, contra la entrada de objetos sólidos extraños y contra la entrada del agua IP23D, según Norma UNE-EN 61330.

#### *2.3.2.2.10. PUERTAS.*

Las puertas de acceso al centro desde el exterior serán incombustibles y suficientemente rígidas; abrirán hacia afuera de forma que puedan abatirse sobre el muro de fachada.

#### *2.3.2.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.*

##### *2.3.2.3.1. APARAMENTA A.T.*

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica y tipo "modular". De esta forma, en caso de avería, será posible retirar únicamente la celda dañada, sin necesidad de desaprovechar el resto de las funciones.

Utilizarán el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) como elemento de corte y extinción. El aislamiento integral en SF<sub>6</sub> 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 de transformación 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 entrada de agua en el centro. El corte en SF<sub>6</sub> resulta también más seguro que el aire, debido a lo expuesto anteriormente.

Las celdas empleadas deberán permitir la extensibilidad in situ del centro de transformación, 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.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

Los cables se conectarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra será un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra), asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y seccionador de puesta a tierra. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envoltorio metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099. Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos:

- Compartimento de aparellaje. Estará relleno de SF<sub>6</sub> y sellado de por vida. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.
- Compartimento del juego de barras. Se compondrá de tres barras aisladas conexas mediante tornillos.
- Compartimento de conexión de cables. Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado. Las extremidades de los cables serán simplificadas para cables secos y termoretráctiles para cables de papel impregnado.
- Compartimento de mando. Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra motorizaciones, bobinas de cierre y/o apertura y contactos auxiliares si se requieren posteriormente.
- Compartimento de control. En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión, tanto en barras como en los cables.

Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de la tensión nominal (Un):

#### Un ≤ 20 kV

- Tensión asignada: 24 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
  - A tierra y entre fases: 50 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 60 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
  - A tierra y entre fases: 125 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 145 kV.

#### 20 kV < Un ≤ 30 kV

- Tensión asignada: 36 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
  - A tierra y entre fases: 70 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 80 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
  - A tierra y entre fases: 170 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 195 kV.

#### *2.3.2.3.2. TRANSFORMADORES.*

El transformador o transformadores serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario, refrigeración natural, en baño de aceite preferiblemente, con regulación de tensión primaria mediante conmutador.

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 cables ni otras aberturas al resto del centro.

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.

#### *2.3.2.3.3. EQUIPOS DE MEDIDA.*

Cuando el centro de transformación sea tipo "abonado", se instalará un equipo de medida compuesto por transformadores de medida, ubicados en una celda de medida de A.T., y un equipo de contadores de energía activa y reactiva, ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en ellas. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de las celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar, a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. serán las correctas.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo

competente.

Los cables de los circuitos secundarios de medida estarán constituidos por conductores unipolares, de cobre de 1 kV de tensión nominal, del tipo no propagador de la llama, de polietileno reticulado o etileno-propileno, de 4 mm<sup>2</sup> de sección para el circuito de intensidad y para el neutro y de 2,5 mm<sup>2</sup> para el circuito de tensión. Estos cables irán instalados bajo tubos de acero (uno por circuito) de 36 mm de diámetro interior, cuyo recorrido será visible o registrable y lo más corto posible.

La tierra de los secundarios de los transformadores de tensión y de intensidad se llevarán directamente de cada transformador al punto de unión con la tierra para medida y de aquí se llevará, en un solo hilo, a la regleta de verificación.

La tierra de medida estará unida a la tierra del neutro de Baja Tensión constituyendo la tierra de servicio, que será independiente de la tierra de protección.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrán en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la compañía suministradora.

#### *2.3.2.3.4. ACOMETIDAS SUBTERRÁNEAS.*

Los cables de alimentación subterránea entrarán en el centro, alcanzando la celda que corresponda, por un canal o tubo. Las secciones de estos canales y tubos permitirán la colocación de los cables con la mayor facilidad posible. Los tubos serán de superficie interna lisa, siendo su diámetro 1,6 veces el diámetro del cable como mínimo, y preferentemente de 15 cm. La disposición de los canales y tubos será tal que los radios de curvatura a que deban someterse los cables serán como mínimo igual a 10 veces su diámetro, con un mínimo de 0,60 m.

Después de colocados los cables se obstruirá el orificio de paso por un tapón al que, para evitar la entrada de roedores, se incorporarán materiales duros que no dañen el cable.

En el exterior del centro los cables estarán directamente enterrados, excepto si atraviesan otros locales, en cuyo caso se colocarán en tubos o canales. Se tomarán las medidas necesarias para asegurar en todo momento la protección mecánica de los cables, y su fácil identificación.

Los conductores de alta tensión y baja tensión estarán constituidos por cables unipolares de aluminio con aislamiento seco termoestable, y un nivel de aislamiento acorde a la tensión de servicio.

#### *2.3.2.3.5. ALUMBRADO.*

El alumbrado artificial, siempre obligatorio, será preferiblemente de incandescencia.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de manera que los aparatos de seccionamiento no queden en una zona de sombra; permitirán además la lectura correcta de los aparatos de medida. Se situarán de tal manera que la sustitución de lámparas pueda efectuarse sin necesidad de interrumpir la media tensión y sin peligro para el



operario.

Los interruptores de alumbrado se situarán en la proximidad de las puertas de acceso.

La instalación para el servicio propio del CT llevará un interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA).

#### ***2.3.2.3.6. PUESTAS A TIERRA.***

Las puestas a tierra se realizarán en la forma indicada en el proyecto, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación de circuitos, forma de constitución y valores deseados para las puestas a tierra.

##### Condiciones de los circuitos de puesta a tierra

- No se unirán al circuito de puesta a tierra las puertas de acceso y ventanas metálicas de ventilación del CT.
- La conexión del neutro a su toma se efectuará, siempre que sea posible, antes del dispositivo de seccionamiento B.T.
- En ninguno de los circuitos de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.
- Cada circuito de puesta a tierra llevará un borne para la medida de la resistencia de tierra, situado en un punto fácilmente accesible.
- Los circuitos de tierra se establecerán de manera que se eviten los deterioros debidos a acciones mecánicas, químicas o de otra índole.
- La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se efectuará de manera que no haya peligro de aflojarse o soltarse.
- Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua, en la que no podrán incluirse en serie las masas del centro. Siempre la conexión de las masas se efectuará por derivación.
- Los conductores de tierra enterrados serán de cobre, y su sección nunca será inferior a 50 mm<sup>2</sup>.
- Cuando la alimentación a un centro se efectúe por medio de cables subterráneos provistos de cubiertas metálicas, se asegurará la continuidad de éstas por medio de un conductor de cobre lo más corto posible, de sección no inferior a 50 mm<sup>2</sup>. La cubierta metálica se unirá al circuito de puesta a tierra de las masas.
- La continuidad eléctrica entre un punto cualquiera de la masa y el conductor de puesta a tierra, en el punto de penetración en el suelo, satisfará la condición de que la resistencia eléctrica correspondiente sea inferior a 0,4 ohmios.

#### ***2.3.2.4. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.***

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de la compañía suministradora de la electricidad.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

La admisión de materiales no se permitirá sin la previa aceptación por parte del Director de Obra. En este sentido, se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el D.O., aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones. Para ello se tomarán como referencia las distintas Recomendaciones UNESA, Normas UNE, etc. que les sean de aplicación.

#### **2.3.2.5. PRUEBAS REGLAMENTARIAS.**

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Una vez ejecutada la instalación se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

Las pruebas y ensayos a que serán sometidas las celdas una vez terminada su fabricación serán las siguientes:

- Prueba de operación mecánica.
- Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.
- Verificación de cableado.
- Ensayo de frecuencia industrial.
- Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control.
- Ensayo de onda de choque 1,2/50 ms.
- Verificación del grado de protección.

#### **2.3.2.6. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.**

##### **2.3.2.6.1. PREVENCIÓNES GENERALES.**

Queda terminantemente prohibida la entrada en el local a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.

Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".

En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio al centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.

No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.

No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.

Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.

Cada grupo de celdas llevará una placa de características con los siguientes datos:

- Nombre del fabricante.
- Tipo de aparamenta y número de fabricación.
- Año de fabricación.
- Tensión nominal.
- Intensidad nominal.
- Intensidad nominal de corta duración.
- Frecuencia industrial.

Junto al accionamiento de la aparamenta de las celdas se incorporarán, de forma gráfica y clara, las marcas e indicaciones necesarias para la correcta manipulación de dicha aparamenta.

En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

#### *2.3.2.6.2. PUESTA EN SERVICIO.*

Se conectarán primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

#### *2.3.2.6.3. SEPARACIÓN DE SERVICIO.*

Se procederá en orden inverso al determinado en el apartado anterior, o sea,

desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

#### **2.3.2.6.4. MANTENIMIENTO.**

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

A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores, así como en las bornas de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Esta se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y teniendo muy presente que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

Si es necesario cambiar los fusibles, se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

La temperatura del líquido refrigerante no debe sobrepasar los 60°C.

Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

#### **2.3.2.7. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.**

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la compañía suministradora.

#### **2.3.2.8. LIBRO DE ÓRDENES.**

Se dispondrá en el centro de transformación de un libro de órdenes, en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación, incluyendo cada visita, revisión, etc.

#### **2.3.2.9. RECEPCIÓN DE LA OBRA.**

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la Obra. En la recepción de la instalación se incluirán los siguientes conceptos:

- Aislamiento. Consistirá en la medición de la resistencia de aislamiento del conjunto de la instalación y de los aparatos más importantes.
- Ensayo dieléctrico. Todo el material que forma parte del equipo eléctrico del centro deberá haber soportado por separado las tensiones de prueba a frecuencia industrial y a impulso tipo rayo.
- Instalación de puesta a tierra. Se comprobará la medida de las resistencias de tierra, las tensiones de contacto y de paso, la separación de los circuitos de tierra y el estado y resistencia de los circuitos de tierra.
- Regulación y protecciones. Se comprobará el buen estado de funcionamiento de los relés de protección y su correcta regulación, así como los calibres de los fusibles.
- Transformadores. Se medirá la acidez y rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores.

## 2.4. CALCULOS CENTRO DE TRANSFORMACION

### 2.4.1. INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN

En un transformador trifásico la intensidad del circuito primario viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{1,732 \cdot U_p}$$

Donde:

- $I_p$ : Intensidad primaria (A)
- $S$ : Potencia del transformador (kVA)
- $U_p$ : Tensión compuesta primaria (kV)

Se obtienen los siguientes datos:

Transformador	Potencia (kVA)	$U_p$ (kV)	$I_p$ (A)
Trafo 1	800	13.2	34.99
Trafo 2	800	13.2	34.99

### 2.4.2. INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN

En un transformador trifásico la intensidad del circuito secundario viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{1000 \cdot S}{1,732 \cdot U_p}$$

Donde:

- $I_s$ : Intensidad secundaria (A)
- $S$ : Potencia del transformador (kVA)
- $U_s$ : Tensión compuesta secundaria (kV)

Se obtienen los siguientes datos:

Transformador	Potencia	$U_s$	$I_s$
---------------	----------	-------	-------

	(kVA)	(V)	(A)
Trafo 1	800	400	1154.73
Trafo 2	800	400	1154.73

### 2.4.3. CORTOCIRCUITO

Para el cálculo de la intensidad primaria de cortocircuito se tendrá en cuenta una potencia de cortocircuito de 350 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la compañía suministradora.

Para el cálculo de la intensidad primaria para cortocircuito en el lado de Alta Tensión utilizaremos la siguiente expresión:

$$I_{CCP} = \frac{S_{CC}}{1,732 \cdot U_p}$$

Donde:

- $I_{CCP}$ : Intensidad de cortocircuito primaria (kA)
- $S_{CC}$ : Potencia de cortocircuito de la red (kVA)
- $U_p$ : Tensión compuesta primaria (kV)

Se obtienen los siguientes datos:

Scc	Up	Iccp
(MVA)	(kV)	(kA)
350	13.2	15.31

Para el cálculo de la Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de Baja Tensión (despreciando la impedancia de la red de Alta Tensión) utilizaremos la siguiente expresión:

$$I_{CCS} = \frac{100 \cdot S}{1,732 \cdot U_{CC}(\%) \cdot U_s}$$

Donde:

- $I_{CCS}$ : Intensidad de cortocircuito secundaria (kA)
- $S$ : Potencia del transformador (kVA)
- $U_{CC}$ : Tensión de cortocircuito del transformador (%)
- $U_s$ : Tensión compuesta en carga en el secundario (kV)

Se obtienen los siguientes datos:

Transformador	Potencia	Us	Ucc	Iccs
	(kVA)	(V)	(%)	(kA)
Trafo 1	800	400	5	23.09
Trafo 2	800	400	5	23.09

Tabla 1. Características de cortocircuito del secundario

### 2.4.4. EMBARRADO

Las características del embarrado son:

- Intensidad asignada: 630 A.
- Límite térmico, 1 s: 16 kA eficaces.
- Límite electrodinámico: 40 kA cresta.

Por lo tanto, dicho embarrado debe soportar la intensidad nominal sin superar la temperatura de régimen permanente (comprobación por densidad de corriente), así como los esfuerzos electrodinámicos y térmicos que se produzcan durante un cortocircuito.

#### 2.4.4.1. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor que constituye el embarrado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima en régimen permanente. Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por SchneSF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 630 A.

#### 2.4.4.2. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA

La resistencia mecánica de los conductores deberá verificar, en caso de cortocircuito que:

$$\sigma_{m\acute{a}x} \geq \frac{I_{CCP}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W}$$

Donde:

- $\sigma_{m\acute{a}x}$ : Valor de la carga de rotura de tracción del material de los conductores. Para cobre semiduro  $2.800 \text{ kg/cm}^2$
- $I_{CCP}$ : Intensidad permanente de cortocircuito trifásico ( $kA$ )
- $L$ : Separación longitudinal entre apoyos ( $m$ )
- $d$ : Separación entre fases ( $cm$ )
- $W$ : Módulo resistente de los conductores ( $cm^3$ )

Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por SchneSF6 conforme a la normativa vigente se garantiza el cumplimiento de la expresión anterior.

#### 2.4.4.3. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA A CORTOCIRCUITO

La sobreintensidad máxima admisible en cortocircuito para el embarrado se determina:

$$I_{th} = \alpha \cdot S \cdot \sqrt{\frac{\Delta T}{t}}$$

Donde:

- $I_{th}$ : Intensidad eficaz ( $A$ )
- $\alpha$ : Para el cobre tiene un valor de 13.
- $S$ : Sección del embarrado ( $mm^2$ )
- $\Delta T$ : Incremento máximo de la temperatura. Para el cobre tiene un valor de  $150 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- $t$ : Tiempo de duración del cortocircuito ( $s$ )

Puesto que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza que  $I_{th} \geq 16kA$  durante 1 segundo.

### 2.4.5. PROTECCIONES

Los transformadores están protegidos tanto en AT como en BT. En Alta tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, y en baja tensión la protección se incorpora en los cuadros de BT.

#### 2.4.5.1. PROTECCIÓN GENERAL EN AT.

La protección general en AT de este CT se realiza utilizando una celda de interruptor automático dotado de relé electrónico con captadores toroidales de intensidad por fase, cuya señal alimentará a un disparador electromecánico liberando el dispositivo de retención del interruptor y así efectuar la protección a sobrecargas, cortocircuitos.

#### 2.4.5.2. PROTECCIÓN EN BAJA TENSIÓN.

En el circuito de baja tensión de cada transformador según RU6302 se instalará un Cuadro de Distribución de 4 salidas con posibilidad de extensionamiento. Se instalarán fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad exigida a esa salida, y un poder de corte mayor o igual a la corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión.

Para el transformador 1, cuya potencia es de 800kVA y cuya intensidad en Baja Tensión se ha calculado en el apartado 2, se emplearán 3 conductores por fase y 2 para el neutro.

Para el transformador 2, cuya potencia es de 800kVA y cuya intensidad en Baja Tensión se ha calculado en el apartado 2, se emplearán 3 conductores por fase y 2 para el neutro.

#### 2.4.6. VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para el cálculo de la superficie mínima de las rejillas de entrada de aire en el edificio del centro de transformación, se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0,24 \cdot k \cdot \sqrt{h \cdot \Delta T^3}}$$

Donde:

- $S_r$ : Superficie mínima de la rejilla de entrada de ventilación del transformador ( $m^2$ )
- $W_{cu}$ : Perdidas en el cobre del transformador ( $kW$ )
- $W_{fe}$ : Perdidas en el hierro del transformador ( $kW$ )
- $k$ : Coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada de aire, 0,5.
- $h$ : Distancia vertical entre centros de las rejillas de entrada y salida, 1.6 m.
- $\Delta T$ : Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, 15 °C.

Transformador	Potencia (kVA)	Perdidas $W_{cu}+W_{fe}$ (kW)	$S_r$ ( $m^2$ )
Trafo 1	800	12	1.36
Trafo 2	800	12	1.36

#### 2.4.7. POZO APAGAFUEGOS

No es necesario dimensionar pozo apagafuegos por tratarse de transformadores con aislamiento seco.



## **2.4.8. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA**

### **2.4.8.1. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO**

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial de 300  $\Omega$ m.

### **2.4.8.2. CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.**

Los parámetros de la red que intervienen en los cálculos de faltas a tierras son el tipo de neutro y el tipo de protecciones en el origen de la línea:

El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, o a través de impedancia (resistencia o reactancia), lo cual producirá una limitación de las corrientes de falta a tierra.

Cuando se produce un defecto, éste es eliminado mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un relé de intensidad, el cual puede actuar en un tiempo fijo (relé a tiempo independiente), o según una curva de tipo inverso (relé a tiempo dependiente).

Asimismo, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 0,5 s.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora, se tiene:

- Intensidad máxima de defecto a tierra,  $I_{dmáx}$ : 300 A
- Tiempo máximo de eliminación del defecto: 0,7 segundos.

### **2.4.8.3. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA**

Para los cálculos a realizar se emplearán los procedimientos del “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría”, editado por UNESA.

En lo referente a la tierra de protección, se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero pueden estarlo por defectos de aislamiento, averías o causas fortuitas, tales como chasis y bastidores de los aparatos de maniobra, envoltentes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

En cuanto a la tierra de servicio, se conectarán a este sistema el neutro del transformador y la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm y longitud 2 m., unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm<sup>2</sup> de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37  $\Omega$ .

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de 50 mm<sup>2</sup>, aislado de 0,6/1kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

### **2.4.8.4. RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA**

Las características de la red de alimentación son:

- Tensión de alimentación: 13.200 V
- Puesta a tierra del neutro: Rígidamente unida a tierra
- Nivel de aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión: 10.000 V
- Características del terreno:  $\rho_{\text{terreno}} = 300 \Omega m$  ;  $\rho_{\text{hormigón}} = 3000 \Omega m$

Para el caso de la tierra de protección, para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas ( $R_t$ ), la intensidad y tensión de defecto ( $I_d, UE$ ), se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$R_t = K_r \cdot \rho$$

$$I_d = I_{d,\text{máx}}$$

$$UE = R_t \cdot I_d$$

El electrodo adecuado tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 80-40/5/82
- Geometría: Anillo
- Dimensiones : 8 x 4 m
- Profundidad del electrodo: 0,5 m
- Número de picas: 8
- Longitud de las picas: 2 m

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia:  $K_r = 0,065 \frac{\Omega m}{m}$
- De la tensión de paso:  $K_p = 0,0134 \frac{V}{(\Omega m) \cdot A}$
- De la tensión de contacto exterior:  $K_C = 0,0284 \frac{V}{(\Omega m) \cdot A}$

Con estos parámetros se obtienen los siguientes valores:

$$R_t = 19,5 \Omega$$

$$I_d = 300 A$$

$$UE = 5850 V$$

Para el caso de la tierra de servicio, el electrodo tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 5/42
- Geometría: Picas en hilera
- Profundidad del electrodo: 0,5 m
- Número de picas: 4
- Longitud de las picas: 2 m
- Separación entre picas: 3 m

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia:  $K_r = 0,104 \frac{\Omega m}{m}$

Se obtiene el siguiente valor:

$$R_{t,NEUTRO} = 31,2 \Omega$$

#### 2.4.8.5. Tensiones en el exterior de la instalación

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto

eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas. Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá dada por las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

$$U'_p = K_p \cdot \rho \cdot I_d$$

Sustituyendo valores se obtiene un valor de la tensión de paso exterior de:

$$U'_p = 1.206 V$$

#### 2.4.8.6. TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro.

Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.

Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, estará sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo de la tensión de contacto y de paso interior.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.

Asimismo, la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior:

$$U'_p(acc) = K_c \cdot \rho \cdot I_d$$

$$U'_p(acc) = 2556 V$$

#### 2.4.8.7. TENSIONES APLICADAS

Para la obtención de los valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior y en el acceso, se utilizan las siguientes expresiones:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left[ 1 + \frac{2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot \rho_s \cdot C_s}{1000} \right]$$

$$U_p(acc) = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left[ 1 + \frac{2 \cdot R_{ac} + 3 \cdot \rho_s \cdot C_s + 3 \cdot \rho_H}{1000} \right]$$

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \left[ \frac{1 - \frac{\rho}{\rho_s}}{2 \cdot h_s + 0,106} \right]$$

$$t = t' + t''$$

Donde:

- $U_p$ : Tensión de paso admisible en el exterior (V)
- $U_p(acc)$ : Tensión en el acceso admisible (V)
- $U_{ca}$ : Tensión de contacto aplicada admisible según ITC-RAT 13 (Tabla 1) (V)
- $R_{ac}$ : Resistencias adicionales, como calzado, aislamiento de la torre, etc. ( $\Omega$ )
- $C_s$ : Coeficiente reductor de la resistencia superficial del suelo

- $h_s$ : Espesor de la capa superficial del terreno (m)
- $\rho$ : Resistividad natural del terreno ( $\Omega m$ )
- $\rho_s$ : Resistividad superficial del terreno ( $\Omega m$ )
- $\rho_H$ : Resistividad del hormigón ( $3000 \Omega m$ )
- $t$ : Tiempo de duración de la falla (s)
- $t'$ : Tiempo de desconexión inicial (s)
- $t''$ : Tiempo de la segunda desconexión (s)

Según el punto 2.2.8.2, el tiempo de duración de la falta es 0,7 segundos, por lo tanto:

$$t = t' = 0,7 \text{ segundos}$$

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores se obtienen los siguientes resultados:

$$U_p = 11.233,6 \text{ V}$$

$$U_p(\text{acc}) = 24.614,8 \text{ V}$$

$$C_s = 2$$

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	$U'_p = 1206 \text{ V}$	$\leq$	$U_p = 11233.6 \text{ V}$
Tensión de paso en el acceso	$U'_p(\text{acc}) = 2556 \text{ V}$	$\leq$	$U_p(\text{acc}) = 24614.8 \text{ V}$

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Aumento del potencial de tierra	$U_E = 5850 \text{ V}$	$\leq$	$U_{bt} = 10000 \text{ V}$
Intensidad de defecto	$I_d = 300 \text{ A}$	$>$	

#### 2.4.8.8. TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR.

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio para su reducción o eliminación.

No obstante, para garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima ( $Dn-p$ ), entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio.

$$Dn - p \geq \frac{\rho \cdot I_d}{2000 \cdot \pi}$$

Donde:

- $\rho$ : Resistividad natural del terreno ( $\Omega m$ )
- $I_d$ : Intensidad de defecto (A)

Sustituyendo se obtiene:

$$Dn - p \geq 14,32 \text{ m}$$

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo de servicio se realizará con cable de Cu de  $50 \text{ mm}^2$ , aislado de 0,6/1kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

## **3. ANEXO 3: PROYECTO LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN**

### **3.1. MEMORIA DESCRIPTIVA**

#### **3.1.1. ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN.**

Se redacta el presente proyecto de LINEA ELECTRICA DE ALTA TENSION por encargo de \_\_\_\_\_, con C.I.F.: \_\_\_\_\_, domicilio social en C/ \_\_\_\_\_ n° \_\_\_\_\_, de \_\_\_\_\_ y a instancia de \_\_\_\_\_.

La finalidad de la línea en proyecto es el suministro de energía eléctrica a

#### **3.1.2. OBJETO DEL PROYECTO.**

El objeto del presente proyecto es el de exponer ante los Organismos Competentes que la red eléctrica de alta tensión que nos ocupa reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicha red eléctrica.

#### **3.1.3. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.**

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- 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.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Normas particulares y de normalización de la Cia. Suministradora de Energía Eléctrica.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

### **3.1.4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.**

#### **3.1.4.1. TRAZADO.**

La línea en proyecto entroncará en \_\_\_\_\_, propiedad de \_\_\_\_\_ y finalizará en \_\_\_\_\_.

La longitud de la línea es de \_\_\_\_\_ m, y en su recorrido afecta sólo a terrenos de dominio público, todo dentro del T.M. de \_\_\_\_\_.

#### **3.1.4.2. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.**

Cuando las circunstancias lo requieran y se necesite efectuar Cruzamientos o Paralelismos, éstos se ajustarán a las condiciones que como consecuencia de las disposiciones legales puedan imponer los Organismos competentes de las instalaciones o propiedades afectados. La situación de cada uno de ellos, queda especificada en el cuadro siguiente, en el cual se han detallado los datos necesarios:

<u>Paralelismo con</u>	<u>Cruce con</u>	<u>P.km.</u>	<u>Vías o instalaciones afectadas</u>
-			
-			
-			
-			
-			

#### **3.1.4.3. CLASE DE ENERGÍA.**

Todas las características de la energía a transportar figuran en el anexo de cálculo del proyecto.

#### **3.1.4.4. MATERIALES.**

Todos los materiales serán de los tipos "aceptados" por la Cía. Suministradora de Electricidad.

El nivel de aislamiento de los cables y accesorios de alta tensión (A.T.) deberá adaptarse a los valores normalizados indicados en las normas UNE 211435, UNE-EN 60071-1 y UNE-EN 60071-2. La tensión más elevada del material ( $U_m$ ) será, al menos, igual a la tensión más elevada de la red donde dicho material será instalado ( $U_s$ ). La tensión asignada del cable  $U_0/U$  se elegirá en función de la tensión nominal de la red ( $U_n$ ), o tensión más elevada de la red ( $U_s$ ), y de la duración máxima del eventual funcionamiento del sistema con una fase a tierra (categoría de la red: A, B o C).

### ***3.1.4.5. CABLES, EMPALMES Y APARAMENTA ELÉCTRICA.***

Los cables utilizados en las redes subterráneas tendrán los conductores de cobre o aluminio y estarán aislados con materiales adecuados a las condiciones de instalación y explotación manteniendo, con carácter general, el mismo tipo de aislamiento de los cables de la red a la que se conecten. Estarán debidamente apantallados, y protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen o la producida por corrientes erráticas, y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar las acciones de instalación y tendido y las habituales después de la instalación. Podrán ser unipolares o tripolares.

Los cables utilizados en la red eléctrica estarán dimensionados para soportar la tensión de servicio y las botellas terminales y empalmes serán adecuados para el tipo de conductor empleado y aptos igualmente para la tensión de servicio.

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

Los empalmes para conductores con aislamiento seco podrán estar constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales. El aislamiento podrá ser construido a base de cinta semiconductor interior, cinta autovulcanizable, cinta semiconductor capa exterior, cinta metálica de reconstitución de pantalla, cinta para compactar, trenza de tierra y nuevo encintado de compactación final, o utilizando materiales termoretráctiles, o premoldeados u otro sistema de eficacia equivalente. Los empalmes para conductores desnudos podrán ser de plena tracción de los denominados estirados, comprimidos o de varillas preformadas.

La aparamenta eléctrica que interviene en el diseño de la red eléctrica queda descrita perfectamente en el anexo de cálculo del proyecto.

### ***3.1.4.6. INSTALACIÓN DE CABLES AISLADOS.***

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público en suelo urbano o en curso de urbanización que tenga las cotas de nivel previstas en el proyecto de urbanización (alineaciones y rasantes), preferentemente bajo las aceras y se evitarán los ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, a poder ser paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos. Así mismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos que puedan soportar los cables sin deteriorarse, a respetar en los cambios de dirección.

Los cables podrán instalarse en las formas que se indican a continuación:

- Directamente enterrados. La profundidad, hasta la parte superior del cable más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada. Cuando existan impedimentos que no permitan lograr las mencionadas profundidades, éstas podrán reducirse, disponiendo protecciones mecánicas suficientes. La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos.
- En canalización entubada. La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la



superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada. No se instalará más de un circuito por tubo. Si se instala un solo cable unipolar por tubo, los tubos deberán ser de material no ferromagnético. Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de los cables. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables podrán disponerse arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran.

- En galerías. Pueden utilizarse dos tipos de galería, la galería visitable, de dimensiones interiores suficientes para la circulación de personal, y la galería o zanja registrable, en la que no está prevista la circulación de personal y las tapas de registro precisan medios mecánicos para su manipulación.

- En atarjeas o canales revisables. Son canales de obra con tapas prefabricadas de hormigón o de cualquier otro material sintético de elevada resistencia mecánica (que normalmente enrasan con el nivel del suelo) manipulables a mano.

- En bandejas, soportes, palomillas o directamente sujetos a la pared. Normalmente, este tipo de instalación sólo se empleará en subestaciones u otras instalaciones eléctricas de alta tensión (de interior o exterior) en las que el acceso quede restringido al personal autorizado. Cuando las zonas por las que discurre el cable sean accesibles a personas o vehículos, deberán disponerse protecciones mecánicas que dificulten su accesibilidad.

### **3.1.5. PUESTA A TIERRA.**

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

En redes aéreas, todas las partes metálicas de los apoyos y herrajes serán conectadas a una toma de tierra en cada apoyo.

### **3.1.6. PROTECCIONES.**

#### ***3.1.6.1. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES.***

Las líneas deberán estar debidamente protegidas contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando éstas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

Las salidas de línea deberán estar protegidas contra cortocircuitos y, cuando proceda, contra sobrecargas. Para ello se colocarán cortocircuitos fusibles o interruptores automáticos, con emplazamiento en el inicio de las líneas. 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 éste.

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.

Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a ésta se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de c.c. o sobrecarga sea la menor posible.

La protección contra c.c. por medio de fusibles o interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por el conductor durante el c.c. no exceda de la máxima admisible asignada en c.c.

En general, no será obligatorio establecer protecciones contra sobrecargas, si bien es necesario, controlar la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable no supere la máxima admisible en servicio permanente.

#### **3.1.6.2. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.**

Los cables deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico, cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia así lo aconsejen.

Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión o se observará el cumplimiento de las reglas de coordinación de aislamiento correspondientes. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones ITC-RAT 12 y ITC-RAT 13.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2, UNE-EN 60099-1 y UNE-EN 60099-4.

## **3.2. SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD EN EL TRABAJO**

### **3.2.1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.**

#### **3.2.1.1. INTRODUCCIÓN.**

La ley **31/1995**, de 8 de noviembre de 1995, de **Prevención de Riesgos Laborales** tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las **normas reglamentarias** irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

### ***3.2.1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.***

#### ***3.2.1.2.1. DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES.***

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

#### ***3.2.1.2.2. PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.***

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

#### ***3.2.1.2.3. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS.***

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación

con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.
- Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
  - Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
  - Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
  - Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
  - Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aun cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:
  - Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
  - Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
- Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.
- Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular

generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

#### *3.2.1.2.4. EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN.*

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

#### *3.2.1.2.5. INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.*

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### *3.2.1.2.6. FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.*

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

#### *3.2.1.2.7. MEDIDAS DE EMERGENCIA.*

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

#### *3.2.1.2.8. RIESGO GRAVE E INMINENTE.*

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

#### *3.2.1.2.9. VIGILANCIA DE LA SALUD.*

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

#### *3.2.1.2.10. DOCUMENTACIÓN.*

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

#### *3.2.1.2.11. COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.*

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

#### *3.2.1.2.12. PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS.*

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

#### *3.2.1.2.13. PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD.*

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

#### *3.2.1.2.14. PROTECCIÓN DE LOS MENORES.*

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

#### *3.2.1.2.15. RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.*

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

#### *3.2.1.2.16. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.*

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

#### *3.2.1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.*

##### *3.2.1.3.1. PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.*

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario

designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

#### ***3.2.1.3.2. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.***

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

#### ***3.2.1.4. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.***

##### ***3.2.1.4.1. CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.***

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

##### ***3.2.1.4.2. DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN.***

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.



En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

#### **3.2.1.4.3. DELEGADOS DE PREVENCIÓN.**

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

### **3.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.**

#### **3.2.2.1. INTRODUCCIÓN.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud*, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **485/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las **disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo**, entendiéndose como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

#### **3.2.2.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.**

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos



de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

### **3.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.**

#### **3.2.3.1. INTRODUCCIÓN.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1215/1997** de 18 de Julio de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo**, entendiéndose como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o

instalación utilizado en el trabajo.

### ***3.2.3.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.***

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

#### ***3.2.3.2.1. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.***

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o

líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

#### *3.2.3.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MÓVILES.*

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

#### *3.2.3.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACIÓN DE CARGAS.*

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

#### *3.2.3.2.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL.*

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán

limpios de gravas, barros y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hinca, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los piones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

#### *3.2.3.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.*

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antiretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

### **3.2.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.**

#### **3.2.4.1. INTRODUCCIÓN.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los

trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a *garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1627/1997** de 24 de Octubre de 1.997 establece las ***disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción***, entendiéndose como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la *Ejecución de una Línea Eléctrica de Alta Tensión* se encuentra incluida en el **Anexo I** de dicha legislación, con la clasificación **a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, e) Acondicionamiento o instalación, k) Mantenimiento y l) Trabajos de pintura y de limpieza**.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 450759,08 euros.
- b) La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un ***estudio básico de seguridad y salud***. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

### ***3.2.4.2. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.***

#### ***3.2.4.2.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.***

Los *Oficios* más comunes en la obra en proyecto son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.

Los *riesgos más frecuentes* durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de



tierras.

- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

#### *3.2.4.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.*

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelco, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilería metálica, piezas prefabricadas, material eléctrico, etc).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.



La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo están en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombbrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

### *3.2.4.2.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO*

#### Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.

Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.

Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.

La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.

El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.

Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.

Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.

La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.

La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.

Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

#### Relleno de tierras.

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.

Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

#### Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.

Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1'50 m.

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.

Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.

Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.

Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.

#### Trabajos de manipulación del hormigón.

Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.

La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.

Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablones, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

#### Montaje de elementos metálicos.

Los elementos metálicos (báculos, postes, etc) se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior al 1'50 m.

Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m. de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilería.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

El ascenso o descenso, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m. la altura de desembarco.

El riesgo de caída al vacío se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).

#### Montaje de prefabricados.

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

#### Albañilería.

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

### Pintura y barnizados.

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.

Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.

### Instalación eléctrica provisional de obra.

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas

blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

- 300 mA. Alimentación a la maquinaria.
- 30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
- 30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

#### ***3.2.4.2.4. MEDIDAS ESPECÍFICAS PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN ALTA TENSIÓN.***

Los Oficios más comunes en las instalaciones de alta tensión son los siguientes.

- Instalación de apoyos metálicos o de hormigón.
- Instalación de conductores desnudos.
- Instalación de aisladores cerámicos.

- Instalación de crucetas metálicas.
- Instalación de aparatos de seccionamiento y corte (interruptores, seccionadores, fusibles, etc).
- Instalación de limitadores de sobretensión (autoválvulas pararrayos).
- Instalación de transformadores tipo intemperie sobre apoyos.
- Instalación de dispositivos antivibraciones.
- Medida de altura de conductores.
- Detección de partes en tensión.
- Instalación de conductores aislados en zanjas o galerías.
- Instalación de envolventes prefabricadas de hormigón.
- Instalación de celdas eléctricas (seccionamiento, protección, medida, etc).
- Instalación de transformadores en envolventes prefabricadas a nivel del terreno.
- Instalación de cuadros eléctricos y salidas en B.T.
- Interconexión entre elementos.
- Conexión y desconexión de líneas o equipos.
- Puestas a tierra y conexiones equipotenciales.
- Reparación, conservación o cambio de los elementos citados.

Los Riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación.

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones. Electrocuciiones y quemaduras.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Contacto o manipulación de los elementos aislantes de los transformadores (aceites minerales, aceites a la silicona y piraleno). El aceite mineral tiene un punto de inflamación relativamente bajo (130°) y produce humos densos y nocivos en la combustión. El aceite a la silicona posee un punto de inflamación más elevado (400°). El piraleno ataca la piel, ojos y mucosas, produce gases tóxicos a temperaturas normales y arde mezclado con otros productos.
- Contacto directo con una parte del cuerpo humano y contacto a través de útiles o herramientas.
- Contacto a través de maquinaria de gran altura.
- Maniobras en centros de transformación privados por personal con escaso o nulo conocimiento de la responsabilidad y riesgo de una instalación de alta tensión.

Las Medidas Preventivas de carácter general se describen a continuación.

Se realizará un diseño seguro y viable por parte del técnico proyectista.

Los trabajadores recibirán una formación específica referente a los riesgos en alta tensión.

Para evitar el riesgo de contacto eléctrico se alejarán las partes activas de la instalación

a distancia suficiente del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan, se recubrirán las partes activas con aislamiento apropiado, de tal forma que conserven sus propiedades indefinidamente y que limiten la corriente de contacto a un valor inocuo (1 mA) y se interpondrán obstáculos aislantes de forma segura que impidan todo contacto accidental.

La distancia de seguridad para líneas eléctricas aéreas de alta tensión y los distintos elementos, como maquinaria, grúas, etc no será inferior a 3 m. Respecto a las edificaciones no será inferior a 5 m.

Conviene determinar con la suficiente antelación, al comenzar los trabajos o en la utilización de maquinaria móvil de gran altura, si existe el riesgo derivado de la proximidad de líneas eléctricas aéreas. Se indicarán dispositivos que limiten o indiquen la altura máxima permisible.

Será obligatorio el uso del cinturón de seguridad para los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

Todos los apoyos, herrajes, autoválvulas, seccionadores de puesta a tierra y elementos metálicos en general estarán conectados a tierra, con el fin de evitar las tensiones de paso y de contacto sobre el cuerpo humano. La puesta a tierra del neutro de los transformadores será independiente de la especificada para herrajes. Ambas serán motivo de estudio en la fase de proyecto.

Es aconsejable que en centros de transformación el pavimento sea de hormigón ruleteado antideslizante y se ubique una capa de grava alrededor de ellos (en ambos casos se mejoran las tensiones de paso y de contacto).

Se evitará aumentar la resistividad superficial del terreno.

En centros de transformación tipo intemperie se revestirán los apoyos con obra de fábrica y mortero de hormigón hasta una altura de 2 m y se aislarán las empuñaduras de los mandos.

En centros de transformación interiores o prefabricados se colocarán suelos de láminas aislantes sobre el acabado de hormigón.

Las pantallas de protección contra contacto de las celdas, aparte de esta función, deben evitar posibles proyecciones de líquidos o gases en caso de explosión, para lo cual deberán ser de chapa y no de malla.

Los mandos de los interruptores, seccionadores, etc, deben estar emplazados en lugares de fácil manipulación, evitándose postura forzadas para el operador, teniendo en cuenta que éste lo hará desde el banquillo aislante.

Se realizarán enclavamientos mecánicos en las celdas, de puerta (se impide su apertura cuando el aparato principal está cerrado o la puesta a tierra desconectada), de maniobra (impide la maniobra del aparato principal y puesta a tierra con la puerta abierta), de puesta a tierra (impide el cierre de la puesta a tierra con el interruptor cerrado o viceversa), entre el seccionador y el interruptor (no se cierra el interruptor si el seccionador está abierto y conectado a tierra y no se abrirá el seccionador si el interruptor está cerrado) y enclavamiento del mando por candado.



Como recomendación, en las celdas se instalarán detectores de presencia de tensión y mallas protectoras quitamiedos para comprobación con pértiga.

En las celdas de transformador se utilizará una ventilación optimizada de mayor eficacia situando la salida de aire caliente en la parte superior de los paneles verticales. La dirección del flujo de aire será obligada a través del transformador.

El alumbrado de emergencia no estará concebido para trabajar en ningún centro de transformación, sólo para efectuar maniobras de rutina.

Los centros de transformación estarán dotados de cerradura con llave que impida el acceso a personas ajenas a la explotación.

Las maniobras en alta tensión se realizarán, por elemental que puedan ser, por un operador y su ayudante. Deben estar advertidos que los seccionadores no pueden ser maniobrados en carga. Antes de la entrada en un recinto en tensión deberán comprobar la ausencia de tensión mediante pértiga adecuada y de forma visible la apertura de un elemento de corte y la puesta a tierra y en cortocircuito del sistema. Para realizar todas las maniobras será obligatorio el uso de, al menos y a la vez, dos elementos de protección personal: pértiga, guantes y banqueta o alfombra aislante, conexión equipotencial del mando manual del aparato y plataforma de maniobras.

Se colocarán señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.

#### ***3.2.4.3. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.***

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un *coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra*, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un *plan de seguridad y salud en el trabajo* en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un *aviso* a la autoridad laboral competente.

### **3.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.**

#### ***3.2.5.1. INTRODUCCIÓN.***

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las *normas de desarrollo reglamentario* las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar *la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual* que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que *no puedan evitarse o limitarse* suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

### **3.2.5.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.**

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

#### **3.2.5.2.1. PROTECTORES DE LA CABEZA.**

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

#### **3.2.5.2.2. PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.**

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

#### **3.2.5.2.3. PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.**

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

#### **3.2.5.2.4. PROTECTORES DEL CUERPO.**

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.

- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

#### ***3.2.5.2.5. EQUIPOS ADICIONALES DE PROTECCIÓN PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN.***

- Casco de protección aislante clase E-AT.
- Guantes aislantes clase IV.
- Banqueta aislante de maniobra clase II-B o alfombra aislante para A.T.
- Pértiga detectora de tensión (salvamento y maniobra).
- Traje de protección de menos de 3 kg, bien ajustado al cuerpo y sin piezas descubiertas eléctricamente conductoras de la electricidad.
- Gafas de protección.
- Insuflador boca a boca.
- Tierra auxiliar.
- Esquema unifilar
- Placa de primeros auxilios.
- Placas de peligro de muerte y E.T.

### **3.3. PLIEGO DE CONDICIONES**

#### **3.3.1. CONDICIONES GENERALES.**

##### ***3.3.1.1. OBJETO.***

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

##### ***3.3.1.2. CAMPO DE APLICACIÓN.***

Este Pliego de Condiciones se refiere a la construcción de redes subterráneas de alta tensión.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

##### ***3.3.1.3. DISPOSICIONES GENERALES.***

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda.

#### *3.3.1.3.1. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.*

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- a) Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410/75, de 25 de noviembre.
- b) Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.
- c) Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- d) Decreto de 12 de marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.
- e) Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 162/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- f) Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

#### *3.3.1.3.2. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.*

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado "f" del párrafo 3.1. de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc. que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc. pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir

accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

#### ***3.3.1.3.3. SEGURIDAD PÚBLICA.***

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc. que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

#### ***3.3.1.4. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.***

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

##### ***3.3.1.4.1. DATOS DE LA OBRA.***

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

##### ***3.3.1.4.2. REPLANTEO DE LA OBRA.***

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los

puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

#### *3.3.1.4.3. MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO.*

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

#### *3.3.1.4.4. RECEPCIÓN DEL MATERIAL.*

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

#### *3.3.1.4.5. ORGANIZACIÓN.*

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le dé éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

#### *3.3.1.4.6. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.*

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra a tenor de lo dispuesto en el último párrafo del apartado 4.1.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 4.3.

Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

#### *3.3.1.4.7. SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS.*

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
- b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

#### *3.3.1.4.8. PLAZO DE EJECUCIÓN.*

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos



señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

#### *3.3.1.4.9. RECEPCIÓN PROVISIONAL.*

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detallados para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

#### *3.3.1.4.10. PERIODOS DE GARANTÍA.*

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

#### *3.3.1.4.11. RECEPCIÓN DEFINITIVA.*

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.



#### *3.3.1.4.12. PAGO DE OBRAS.*

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

#### *3.3.1.4.13. ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.*

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

#### *3.3.1.5. DISPOSICIÓN FINAL.*

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

### **3.3.2. CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN CON CONDUCTORES AISLADOS**

#### *3.3.2.1. PREPARACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA OBRA.*

Para la buena marcha de la ejecución de un proyecto de línea eléctrica de alta tensión, conviene hacer un análisis de los distintos pasos que hay que seguir y de la forma de realizarlos.

Inicialmente y antes de comenzar su ejecución, se harán las siguientes

comprobaciones y reconocimientos:

- Comprobar que se dispone de todos los permisos, tanto oficiales como particulares, para la ejecución del mismo (Licencia Municipal de apertura y cierre de zanjas, Condicionados de Organismos, etc.).
- Hacer un reconocimiento, sobre el terreno, del trazado de la canalización, fijándose en la existencia de bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc. que normalmente se puedan apreciar por registros en vía pública.
- Una vez realizado dicho reconocimiento se establecerá contacto con los Servicios Técnicos de las Compañías Distribuidoras afectadas (Agua, Gas, Teléfonos, Energía Eléctrica, etc.), para que señalen sobre el plano de planta del proyecto, las instalaciones más próximas que puedan resultar afectadas.
- Es también interesante, de una manera aproximada, fijar las acometidas a las viviendas existentes de agua y de gas, con el fin de evitar, en lo posible, el deterioro de las mismas al hacer las zanjas.
- El Contratista, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de la canalización, de acuerdo con las normas municipales, así como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos, etc.

Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos el contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

### **3.3.2.2. ZANJAS.**

#### **3.3.2.2.1. ZANJAS EN TIERRA.**

##### **3.3.2.2.1.1. Ejecución.**

Su ejecución comprende:

- a) Apertura de las zanjas.
- b) Suministro y colocación de protección de arena (cables directamente enterrados).
- c) Suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillo (cables directamente enterrados).
- d) Suministro y colocación de tubos (cables en canalización entubada).
- e) Colocación de la cinta de "atención al cable".
- f) Tapado y apisonado de las zanjas.
- g) Carga y transporte de las tierras sobrantes.
- h) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

##### **a) Apertura de las zanjas.**

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público en suelo urbano o en curso de urbanización que tenga las cotas de nivel previstas en el proyecto de urbanización (alineaciones y rasantes), preferentemente bajo las aceras y se evitarán los

ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, a poder ser paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán, en el pavimento de las aceras, las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto. La apertura de calas de reconocimiento se podrá sustituir por el empleo de equipos de detección, como el georadar, que permitan contrastar los planos aportados por las compañías de servicio y al mismo tiempo prevenir situaciones de riesgo.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso (siempre conforme a la normativa de riesgos laborales).

Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierra registros de gas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existentes como futuros, los cruces serán ejecutados con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Supervisor de Obra.

#### b) Suministro y colocación de protección de arena (cables directamente enterrados).

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto; exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de cantera o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de la Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 15 cm. de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

c) Suministro y colocación de protección de rasilla y ladrillo (cables directamente enterrados).

Encima de la segunda capa de arena se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de un pie (25 cm.) cuando se trate de proteger un solo cable o terna de cables en mazos. La anchura se incrementará en medio pie (12,5 cm.) por cada cable o terna de cables en mazos que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos, duros y fabricados con buenas arcillas. Su cocción será perfecta, tendrá sonido campanil y su fractura será uniforme, sin caliches ni cuerpos extraños. Tanto los ladrillos huecos como las rasillas estarán fabricados con barro fino y presentará caras planas con estrías. En cualquier caso, la protección mecánica soportará un impacto puntual de una energía de 20 J y cubrirá la proyección en planta de los cables.

Cuando se tiendan dos o más cables tripolares de M.T. o una o varias ternas de cables unipolares, entonces se colocará, a todo lo largo de la zanja, un ladrillo en posición de canto para separar los cables cuando no se pueda conseguir una separación de 25 cm. entre ellos.

d) Suministro y colocación de tubos (cables en canalización entubada).

Las canalizaciones estarán construidas por tubos de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos, hormigonadas en la zanja o no, con tal que presenten suficiente resistencia mecánica.

El diámetro interior de los tubos no será inferior a vez y media el diámetro exterior del cable o del diámetro aparente del circuito en el caso de varios cables instalados en el mismo tubo. El interior de los tubos será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

e) Colocación de la cinta de "Atención al cable".

En las canalizaciones de cables de media tensión se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos "Atención a la existencia del cable", tipo UNESA. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable de media tensión tripolar o terna de unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del

cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

f) Tapado y apisonado de las zanjas.

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de diez centímetros de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de "Atención a la existencia del cable", se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado en d). El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiencia de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

g) Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes.

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como el esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero.

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

h) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.

3.3.2.2.1.2. Dimensiones y Condiciones Generales de Ejecución.

3.3.2.2.1.3. Zanja normal para media tensión.

Se considera como zanja normal para cables de media tensión la que tiene 0,60 m. de anchura media y profundidad 1,10 m., tanto en aceras como en calzada. Esta profundidad podrá aumentarse por criterio exclusivo del Supervisor de Obras.

3.3.2.2.1.4. Zanja para media tensión en terreno con servicios.

Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios se cumplirán los siguientes requisitos.

a) Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en el caso en que haya que correrlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones. Nunca se deben dejar los cables suspendidos, por necesidad de la canalización, de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto en empalmes como en derivaciones, puedan sufrir.

b) Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.

c) Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm. de los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm. cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica resistente a lo largo de la fundación del soporte, prolongada una longitud de 50 cm. a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella con la aprobación del Supervisor de la Obra.

#### 3.3.2.2.1.5. Zanja con más de una banda horizontal.

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión directamente enterrados, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y rasilla.

Se procurará que los cables de media tensión vayan colocados en el lado de la zanja más alejada de las viviendas y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas.

De este modo se logrará prácticamente una independencia casi total entre ambas canalizaciones.

La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser de 25 cm.

Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

#### 3.3.2.2.2. ZANJAS EN ROCA.

Se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjas en tierra. La profundidad mínima será de 2/3 de los indicados anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá a las indicaciones del Supervisor de Obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.

#### 3.3.2.2.3. ZANJAS ANORMALES Y ESPECIALES.

Si los cables van directamente enterrados, la separación mínima entre ejes de cables multipolares o mazos de cables unipolares, componentes del mismo circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo o de 0,25 m. entre caras sin ladrillo y la separación entre los ejes de los cables extremos y la pared de la zanja de 0,10 m.; por tanto, la anchura de la zanja se hará con arreglo a estas distancias mínimas y de acuerdo con lo ya indicado cuando, además, haya que colocar tubos.

También en algunos casos se pueden presentar dificultades anormales (galerías, pozos, cloacas, etc.). Entonces los trabajos se realizarán con precauciones y normas pertinentes al

caso y las generales dadas para zanjas de tierra.

#### *3.3.2.2.4. ROTURA DE PAVIMENTOS.*

Además de las disposiciones dadas por la Entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- a) La rotura del pavimento con maza (Almádena) está rigurosamente prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, con lajadera.
- b) En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales, de posible posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose luego de forma que no sufran deterioro y en el lugar que molesten menos a la circulación.

#### *3.3.2.2.5. REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS.*

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc. En general serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo de granito y otros similares.

#### *3.3.2.3. GALERÍAS.*

Pueden utilizarse dos tipos de galería, la galería visitable, de dimensiones interiores suficientes para la circulación de personal, y la galería o zanja registrable, en la que no está prevista la circulación de personal y las tapas de registro precisan medios mecánicos para su manipulación.

Las galerías serán de hormigón armado o de otros materiales de rigidez, estanqueidad y duración equivalentes. Se dimensionarán para soportar la carga de tierras y pavimentos situados por encima y las cargas de tráfico que corresponda.

Las paredes han de permitir una sujeción segura de las estructuras soportes de los cables, así como permitir en caso necesario la fijación de los medios de tendido del cable.

##### *3.3.2.3.1. GALERÍAS VISITABLES.*

###### - Limitación de servicios existentes.

Las galerías visitables se usarán preferentemente sólo para instalaciones eléctricas de potencia y cables de control y comunicaciones. En ningún caso podrán coexistir en la misma galería instalaciones eléctricas e instalaciones de gas o líquidos inflamables.

En caso de existir, las canalizaciones de agua se situarán preferentemente en un nivel inferior que el resto de las instalaciones, siendo condición indispensable que la galería tenga

un desagüe situado por encima de la cota de alcantarillado o de la canalización de saneamiento que evacua.

- Condiciones generales.

Las galerías visitables dispondrán de pasillos de circulación de 0,90 m de anchura mínima y 2 m de altura mínima, debiéndose justificar las excepciones puntuales.

Los accesos a la galería deben quedar cerrados de forma que se impida la entrada de personas ajenas al servicio, pero que permita la salida al personal que esté en su interior. Para evitar la existencia de tramos de galería con una sola salida, deben disponerse accesos en las zonas extremas de las galerías.

La ventilación de las galerías será suficiente para asegurar que el aire se renueva, a fin de evitar acumulaciones de gas y condensaciones de humedad y contribuir a que la temperatura máxima de la galería sea compatible con los servicios que contenga. Esta temperatura no sobrepasará los 40 °C. Cuando la temperatura ambiente no permita cumplir este requisito, la temperatura en el interior de la galería no será superior a 50 °C, lo cual se tendrá en cuenta para determinar la intensidad máxima admisible en servicio permanente del cable.

Los suelos de las galerías deberán tener la pendiente adecuada y un sistema de drenaje eficaz, que evite la formación de charcos.

- Galerías de longitud superior a 400 m.

Dispondrán de iluminación fija, de instalaciones fijas de detección de gas (con sensibilidad mínima de 300 ppm), de accesos de personal cada 400 m como máximo, alumbrado de señalización interior para informar de las salidas y referencias exteriores, tabiques de sectorización contra incendios (RF120) con puertas cortafuegos (RF90) cada 1.000 m como máximo y las medidas oportunas para la prevención contra incendios.

- Disposición e identificación de los cables.

Es aconsejable disponer los cables de distintos servicios y de distintos propietarios sobre soportes diferentes y mantener entre ellos unas distancias que permitan su correcta instalación y mantenimiento. Dentro de un mismo servicio debe procurarse agruparlos por tensiones (por ejemplo, todos los cables de A.T. en uno de los laterales, reservando el otro para B.T., control, señalización, etc).

Los cables se dispondrán de forma que su trazado sea recto y procurando conservar su posición relativa con los demás. Todos los cables deberán estar debidamente señalizados e identificados, de forma que se indique la empresa a quien pertenecen, la designación del circuito, la tensión y la sección de los cables.

- Sujeción de los cables.

Los cables deberán estar fijados a las paredes o a estructuras de la galería mediante elementos de sujeción (regletas, ménsulas, bandejas, bridas, etc) para evitar que los esfuerzos térmicos, electrodinámicos debidos a las distintas condiciones que puedan presentarse durante la explotación de las redes de A.T. puedan moverlos o deformarlos.



- Equipotencialidad de masas metálicas accesibles.

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, bridas, etc.) u otros elementos metálicos accesibles al personal que circula por las galerías (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la galería.

- Aislamiento de pantalla y armadura de un cable respecto a su soporte metálico.

El proyectista debe calcular el valor máximo de la tensión a que puede quedar sometida la pantalla y armadura de un cable dentro de la galería respecto a su red de tierras en las condiciones más desfavorables previsibles. Si dimensionará el aislamiento entre la pantalla y la armadura del cable respecto al elemento metálico de soporte para evitar una perforación que establezca un camino conductor, ya que esto podría dar origen a un defecto local en el cable.

- Previsión de defectos conducidos por la tierra de la galería.

En el caso que aparezca un defecto iniciado en un cable dentro de la galería, si el proyectista no prevé medidas especiales, considerará que las tierras de la galería deben poder evacuar las corrientes de defecto de dicho cable (defecto fase-tierra). Por consiguiente, dichas corrientes no deberán superar la máxima corriente de defecto para la cual se ha dimensionado la red de tierras de la galería.

- Previsión de defectos en cables no evacuados a la tierra de la galería.

El proyectista puede prever la instalación de cables cuya corriente de defecto fase-tierra supere la máxima corriente de defecto para la cual se ha dimensionado la red de tierra de la galería. En ese caso, las pantallas y armaduras de tales cables deberán estar aisladas, protegidas y separadas respecto a los elementos metálicos de soporte, de forma que se asegure razonablemente la imposibilidad de que esos defectos puedan drenar a la red de tierra de la galería, incluso en el caso de defecto en un punto del cable cercano a un elemento de sujeción.

### ***3.3.2.3.2. GALERÍAS O ZANJAS REGISTRABLES.***

En tales galerías se admite la instalación de cables eléctricos de alta tensión, de baja tensión y de alumbrado, control y comunicación. No se admite la existencia de canalizaciones de gas. Sólo se admite la existencia de canalizaciones de agua si se puede asegurar que en caso de fuga no afecte a los demás servicios.

Las condiciones de seguridad más destacables que deben cumplir este tipo de instalación son:

- Estanqueidad de los cierres.
- Buena renovación de aire en el cuerpo ocupado por los cables eléctricos, para evitar acumulaciones de gas y condensación de humedades, y mejorar la disipación de calor.

### ***3.3.2.4. ATARJEAS O CANALES REVISABLES.***

En ciertas ubicaciones con acceso restringido al personal autorizado, como puede ser en el interior de industrias o de recintos destinados exclusivamente a contener instalaciones eléctricas, podrán utilizarse canales de obra con tapas prefabricadas de hormigón o de cualquier otro material sintético de elevada resistencia mecánica (que normalmente engrasan con el nivel del suelo) manipulables a mano.

Es aconsejable separar los cables de distintas tensiones (aprovechando el fondo y las dos paredes). Incluso, puede ser preferible destinar canales distintos. El canal debe permitir la renovación del aire.

#### ***3.3.2.5. BANDEJAS, SOPORTES, PALOMILLAS O SUJECIONES DIRECTAS A LA PARED.***

Normalmente, este tipo de instalación sólo se empleará en subestaciones u otras instalaciones eléctricas de alta tensión (de interior o exterior) en las que el acceso quede restringido al personal autorizado. Cuando las zonas por las que discurre el cable sean accesibles a personas o vehículos, deberán disponerse protecciones mecánicas que dificulten su accesibilidad.

En instalaciones frecuentadas por personal no autorizado se podrá utilizar como sistema de instalación bandejas, tubos o canales protectoras, cuya tapa sólo se pueda retirar con la ayuda de un útil. Las bandejas se dispondrán adosadas a la pared o en montaje aéreo, siempre a una altura mayor de 4 m para garantizar su inaccesibilidad. Para montajes situados a una altura inferior a 4 m se utilizarán tubos o canales protectoras, cuya tapa sólo se pueda retirar con la ayuda de un útil.

En el caso de instalaciones a la intemperie, los cables serán adecuados a las condiciones ambientales a las que estén sometidos (acción solar, frío, lluvia, etc), y las protecciones mecánicas y sujeciones del cable evitarán la acumulación de agua en contacto con los cables.

Se deberán colocar, asimismo, las correspondientes señalizaciones e identificaciones.

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, palomillas, bridas, etc) u otros elementos metálicos accesibles al personal (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la instalación. Las canalizaciones conductoras se conectarán a tierra cada 10 m como máximo y siempre al principio y al final de la canalización.

#### ***3.3.2.6. CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.***

Se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc), pueden utilizarse máquinas perforadoras "topo" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena. En estos casos se prescindirá del diseño de zanja

prescrito puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado.

El cable deberá ir en el interior de canalizaciones entubadas hormigonadas en los casos siguientes:

- A) Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
- B) Para el cruce de ferrocarriles.
- C) En las entradas de carruajes o garajes públicos.
- D) En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.
- E) En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

#### *3.3.2.6.1. MATERIALES.*

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes cualidades y condiciones:

a) Los tubos podrán ser de cemento, fibrocemento, plástico, fundición de hierro, etc. provenientes de fábricas de garantía, siendo el diámetro que se señala en estas normas el correspondiente al interior del tubo y su longitud la más apropiada para el cruce de que se trate. La superficie será lisa.

Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable, del cable, con objeto de no dañar a éste en la citada operación.

b) El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española del Ministerio de Obras Públicas. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En general se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de fraguado lento.

c) La arena será limpia, suelta, áspera, crujiendo al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 ó 3 mm.

d) Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura silícea, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones serán de 10 a 60 mm. con granulometría apropiada.

Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

e) AGUA - Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.

f) MEZCLA - La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones, recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especializadas en ello.

### *3.3.2.6.2. DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE EJECUCIÓN.*

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes, para tener toda la zanja a la vez, dispuesta para el tendido del cable.

Estos cruces serán siempre rectos, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm. del bordillo (debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación).

El diámetro de los tubos será de 20 cm. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderá a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

Cuando por imposibilidad de hacer la zanja a la profundidad normal los cables estén situados a menos de 80 cm. de profundidad, se dispondrán en vez de tubos de fibrocemento ligero, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma se quedan de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. deberán proyectarse con todo detalle.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m., según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3 m. en las que se interrumpirá la continuidad del tubo. Una vez tendido el cable estas calas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para ulteriores intervenciones, según indicaciones del Supervisor de Obras.

Para hormigonar los tubos se procederá del modo siguiente:

Se hecha previamente una solera de hormigón bien nivelada de unos 8 cm. de espesor sobre la que se asienta la primera capa de tubos separados entre sí unos 4 cm. procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente. Sobre esta nueva solera se coloca la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procede como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que deba tener.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus

dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes. Como norma general, en alineaciones superiores a 40 m. serán necesarias las arquetas intermedias que promedien los tramos de tendido y que no estén distantes entre sí más de 40 m.

Las arquetas sólo estarán permitidas en aceras o lugares por las que normalmente no debe haber tránsito rodado; si esto excepcionalmente fuera imposible, se reforzarán marcos y tapas.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

### *3.3.2.6.3. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE EJECUCIÓN DE CRUZAMIENTO Y PARALELISMO CON DETERMINADO TIPO DE INSTALACIONES.*

#### *3.3.2.6.3.1. Cruzamientos.*

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con calles y carreteras deberá realizarse siempre bajo tubo hormigonado en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 m.

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo hormigonado, de forma perpendicular a la vía siempre que sea posible. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m., quedando la parte superior del tubo más próximo a la superficie a una profundidad mínima de 1,10 m. con respecto a la cara inferior de las traviesas. En cualquier caso se seguirán las instrucciones del condicionado del organismo competente.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,25 m. La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los cables de telecomunicación o canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes o juntas será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable o canalización instalada más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten

un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. También se empleará este tipo de tubos, conductos o divisorias en los cruzamientos con depósitos de carburante, no obstante, en este caso, los tubos distarán como mínimo 1,20 m del depósito y los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 m por cada extremo.

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), 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, conductos o divisorias constituidos por los mismos materiales reflejados en el párrafo anterior.

En los cruces de líneas subterráneas de A.T. directamente enterradas y canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas siguientes:

- Canalizaciones y acometidas en alta, media y baja presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,20 m.

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias se dispondrá una protección suplementaria, en cuyo caso la separación mínima será:

- Canalizaciones y acometidas en alta, media y baja presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,10 m.

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger. Estará constituida preferentemente por materiales cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc). En el caso de línea A.T. entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, que será de las características mecánicas definidas en los cruzamientos anteriores.

#### 3.3.2.6.3.2. Proximidades y paralelismos.

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 m. En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de A.T. del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia. Si el paralelismo se realiza respecto a cables de telecomunicación o canalizaciones de agua la distancia mínima será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable o canalización instalada más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La distancia mínima entre empalmes de cables y juntas de canalizaciones de agua será de 1 m. Se procurará 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 de alta tensión.

En los paralelismos de líneas subterráneas de A.T. directamente enterradas y canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas siguientes:

- Canalizaciones y acometidas en alta presión: 0,40 m.
- Canalizaciones y acometidas en media y baja presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,20 m.

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias se dispondrá una protección suplementaria, en cuyo caso la separación mínima será:

- Canalizaciones y acometidas en alta presión: 0,25 m.
- Canalizaciones y acometidas en media y baja presión: 0,15 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,10 m.

La protección suplementaria estará constituida preferentemente por materiales cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc) o por tubos de adecuada resistencia mecánica, de las mismas características que las especificadas en el primer párrafo de este apartado. La distancia mínima entre empalmes de cables y juntas de canalizaciones de gas será de 1 m.

#### 3.3.2.6.3.3. Acometidas (conexiones de servicio).

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

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

#### 3.3.2.7. **TENDIDO DE CABLES.**

##### 3.3.2.7.1. **TENDIDO DE CABLES EN ZANJA ABIERTA.**

###### 3.3.2.7.1.1. Manejo y preparación de bobinas.

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar



la bobina, generalmente por facilidad de tendido: en el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

En el caso del cable trifásico no se canalizará desde el mismo punto en dos direcciones opuestas con el fin de que las espirales de los tramos se correspondan.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

#### 3.3.2.7.1.2. Tendido de cables.

Los cables deben ser siempre desarrollados 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 deber 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 adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mmR de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso el esfuerzo no será superior a 4 kg/mm<sup>2</sup> en cables trifásicos y a 5 kg/mm<sup>2</sup> para cables unipolares, ambos casos con conductores de cobre. Cuando se trate de aluminio deben reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro 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 curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras.

No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja, en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm. de arena fina en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm. de arena fina y la protección de rasilla.



En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro, con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm.

Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte 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 bies, para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de M.T. discurren paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos al ir separados sus ejes 20 cm. mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos C.T.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante el que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

a) Cada metro y medio serán colocados por fase una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicativo de la fase 1, fase 2 y fase 3 utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.

Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.

b) Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de MT tripolar, serán colocadas unas

vueltas de cinta adhesivas y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

#### *3.3.2.7.2. TENDIDO DE CABLES EN GALERÍA O TUBULARES.*

##### *3.3.2.7.2.1. Tendido de cables en tubulares.*

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tiracables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra (según se indica en el apartado CRUZAMIENTOS).

Una vez tendido el cable, los tubos se tapanán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

##### *3.3.2.7.2.2. Tendido de cables en galería.*

Los cables en galería se colocarán en palomillas, ganchos u otros soportes adecuados, que serán colocados previamente de acuerdo con lo indicado en el apartado de "Colocación de Soportes y Palomillas".

Antes de empezar el tendido se decidirá el sitio donde va a colocarse el nuevo cable para que no se interfiera con los servicios ya establecidos.

En los tendidos en galería serán colocadas las cintas de señalización ya indicadas y las palomillas o soportes deberán distribuirse de modo que puedan aguantar los esfuerzos electrodinámicos que posteriormente pudieran presentarse.

#### *3.3.2.8. MONTAJES.*

#### *3.3.2.8.1. EMPALMES.*

Se ejecutarán los tipos denominados reconstruidos indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar coqueas. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera, navaja, etc.

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductoras pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de una deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

#### *3.3.2.8.2. BOTELLAS TERMINALES.*

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de las botellas terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

Asimismo, se tendrá especial cuidado en el doblado de los cables de papel impregnado, para no rozar el papel, así como en la confección del cono difusor de flujos en los cables de campo radial, prestando atención especial a la continuidad de la pantalla.

Se recuerdan las mismas normas sobre el corte de los rollos de papel, y la limpieza de los trozos de cinta semiconductoras dadas en el apartado anterior de Empalmes.

#### *3.3.2.8.3. AUTOVÁLVULAS Y SECCIONADOR.*

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico serán pararrayos autovalvulares tal y como se indica en la memoria del proyecto, colocados sobre el apoyo de entronque A/S, inmediatamente después del Seccionador según el sentido de la corriente. El conductor de tierra del pararrayo se colocará por el interior del apoyo resguardado por las caras del angular del montaje y hasta tres metros del suelo e irá protegido mecánicamente por un tubo de material no ferromagnético.

El conductor de tierra a emplear será de cobre aislado para la tensión de servicio, de 50 mm<sup>2</sup> de sección y se unirá a los electrodos de barra necesarios para alcanzar una resistencia de tierra inferior a 20  $\Omega$ .

La separación de ambas tomas de tierra será como mínimo de 5 m.

Se pondrá especial cuidado en dejar regulado perfectamente el accionamiento del mando del seccionador.

Los conductores de tierra atravesarán la cimentación del apoyo mediante tubos de fibrocemento de 6 cm. □ inclinados de manera que partiendo de una profundidad mínima de 0,60 m. emerjan lo más recto posible de la peana en los puntos de bajada de sus respectivos conductores.

#### **3.3.2.8.4. HERRAJES Y CONEXIONES.**

Se procurará que los soportes de las botellas terminales queden fijos tanto en las paredes de los centros de transformación como en las torres metálicas y tengan la debida resistencia mecánica para soportar el peso de los soportes, botellas terminales y cable.

Asimismo, se procurará que queden completamente horizontales.

#### **3.3.2.8.5. COLOCACIÓN DE SOPORTES Y PALOMILLAS.**

##### **3.3.2.8.5.1. Soportes y palomillas para cables sobre muros de hormigón.**

Antes de proceder a la ejecución de taladros, se comprobará la buena resistencia mecánica de las paredes, se realizará asimismo el replanteo para que una vez colocados los cables queden bien sujetos sin estar forzados.

El material de agarre que se utilice será el apropiado para que las paredes no queden debilitadas y las palomillas soporten el esfuerzo necesario para cumplir la misión para la que se colocan.

##### **3.3.2.8.5.2. Soportes y palomillas para cables sobre muros de ladrillo.**

Igual al apartado anterior, pero sobre paredes de ladrillo.

#### **3.3.2.9. CONVERSIONES AÉREO-SUBTERRÁNEAS.**

Tanto en el caso de un cable subterráneo intercalado en una línea aérea, como de un cable subterráneo de unión entre una línea aérea y una instalación transformadora se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cuando el cable subterráneo esté destinado a alimentar un centro de transformación de cliente se instalará un seccionador ubicado en el propio poste de la conversión aéreo subterránea, en uno próximo o en el centro de transformación siempre que el seccionador sea una unidad funcional y de transporte separada del transformador. En cualquier caso el seccionador quedará a menos de 50 m de la conexión aéreo subterránea.
- Cuando el cable esté intercalado en una línea aérea, no será necesario instalar un seccionador.
- El cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la línea aérea irá protegido por un tubo o canal cerrado de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos con la

suficiente resistencia mecánica. El interior de los tubos o canales será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado. El tubo o canal se obturará por la parte superior para evitar la entrada de agua (taponado hermético mediante capuchón de protección de neopreno, cinta adhesiva o de relleno o pasta taponadora adecuada), y se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo 2,5 m por encima del nivel del terreno.

El diámetro del tubo será como mínimo 1,5 veces el diámetro del cable o el de la terna de cables si son unipolares y, en el caso de canal cerrado su anchura mínima será de 1,8 veces el diámetro del cable.

- Si se instala un solo cable unipolar por tubo o canal, éstos deberán ser de plástico o metálico de material no ferromagnético, a fin de evitar el calentamiento producido por las corrientes inducidas.

- Cuando deban instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos autoválvulas o descargadores, la conexión será lo más corta posible y sin curvas pronunciadas, garantizándose el nivel de aislamiento del elemento a proteger.

#### ***3.3.2.10. TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES.***

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

#### ***3.3.2.11. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.***

Durante el diseño y la ejecución de la línea, las disposiciones de aseguramiento de la calidad, deben seguir los principios descritos en la norma UNE-EN ISO 9001. Los sistemas y procedimientos, que el proyectista y/o contratista de la instalación utilizarán, para garantizar que los trabajos del proyecto cumplan con los requisitos del mismo, deben ser definidos en el plan de calidad del proyectista y/o del contratista de la instalación para los trabajos del proyecto.

Cada plan de calidad debe presentar las actividades en una secuencia lógica, teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) Una descripción del trabajo propuesto y del orden del programa.
- b) La estructura de la organización para el contrato, así como la oficina principal y cualquier otro centro responsables de una parte del trabajo.
- c) Las obligaciones y responsabilidades asignadas al personal de control de calidad del trabajo.
- d) Puntos de control de ejecución y notificación.
- e) Presentación de los documentos de ingeniería requeridos por las especificaciones del proyecto.
- f) La inspección de los materiales y sus componentes a su recepción.
- g) La referencia a los procedimientos de aseguramiento de la calidad para cada actividad.
- h) Inspección durante la fabricación / construcción.

i) Inspección final y ensayos.

El plan de garantía de aseguramiento de la calidad, es parte del plan de ejecución de un proyecto o una fase del mismo.

### 3.3.2.12. ENSAYOS ELÉCTRICOS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN.

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc) se ha realizado correctamente, para lo cual serán de aplicación los ensayos especificados al efecto en las normas correspondientes y según se establece en la ITC-LAT 05.

## 3.4. CALCULOS LINEA DE MEDIA TENSION

### 3.4.1. FORMULAS GENERALES

Para el cálculo de la intensidad y la caída de tensión se emplearán las siguientes expresiones:

$$I = \frac{1000 \cdot S}{1,732 \cdot U}$$

Donde:

- $I$ : Intensidad (A)
- $S$ : Potencia de cálculo (kVA)
- $U$ : Tensión de servicio (V)

$$e = 1,732 \cdot I \cdot \left[ \left( \frac{L \cdot \cos(\theta)}{k \cdot s \cdot n} \right) + \left( \frac{X_u \cdot L \cdot \text{sen}(\theta)}{1.00 \cdot n} \right) \right]$$

- $e$ : Caída de tensión (V)
- $L$ : Longitud de cálculo (m)
- $k$ : Conductividad a 20 °C
- $s$ : Sección del conductor ( $mm^2$ )
- $n$ : Número de conductores por fase.
- $X_U$ : Reactancia por unidad de longitud ( $m\Omega/m$ )

Para los cálculos de cortocircuito:

$$I_{pccM} = \frac{1000 \cdot S_{cc}}{1,732 \cdot U}$$

Donde:

- $I_{pccM}$ : Intensidad permanente de cortocircuito máxima de la red (A)
- $S_{cc}$ : Potencia de cortocircuito (MVA)
- $U$ : Tensión nominal (V)

$$I_{ccs} = \frac{K_c \cdot S}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Donde:

- $I_{ccs}$ : Intensidad de cortocircuito soportada por el conductor durante un tiempo  $t_{cc}$  (A)

- $K_c$ : Constante del conductor que depende de su naturaleza y su aislamiento
- $S$ : Sección del conductor ( $mm^2$ )
- $t_{cc}$ : Tiempo máximo de duración del cortocircuito (s)
- 

### 3.4.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA RED

Las características generales de la red de media tensión son las siguientes:

- Nudo de origen: Punto de enganche de la compañía
- Nudo de destino: Centro de transformación de la planta
- Longitud de la línea: 400 m
- Tensión: 13.200 V
- Caída de Tensión máxima: 5%
- Factor de potencia: 0,8
- Coeficiente de simultaneidad: 1
- Temperatura de cálculo de conductividad eléctrica:
  - Conductores aislados: 20 °C
  - Conductores desnudos: 50 °C
- Constante de cortocircuito  $K_c$ :

Constante de aislamiento	Cobre	Aluminio	Aluminio-Acero
PVC, Sección $\leq 300$ mm	115	76	
PVC, Sección $> 300$ mm	102	68	
XLPE	143	94	
EPR	143	94	
HEPR, $U_o/U \leq 18/30$	135	89	
HEPR, $U_o/U > 18/30$	143	94	
Desnudos	164	107	135

### 3.4.3. RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados obtenidos para la red de media tensión son los siguientes:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long (m)	Metal/ Xu (m $\Omega$ /m)	Canal.	Designación	Polar	I. Cálcul (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	D.tub (mm)	I. Admisi (A)/Fci
Línea MT	Red AT	CT	400	Al/0,15	En.B.T u.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	69,98	3x95	150	190/1

Los resultados acerca de las caídas de tensión son:

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
Red AT	0	13.200	0	69,984 A(1.600 kVA)
CT	-16,029	13.183,971	0,121	-69,984 A(-1.600 KVA)

Los resultados acerca de las pérdidas de potencia activa son:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa (kW)
Línea MT	Red AT	CT	1,768

Los resultados acerca de las protecciones de la línea son:

Línea	Nudo	Nudo	Un	U1	U2	I.Aut;In/IReg (Amp)
-------	------	------	----	----	----	---------------------

	Orig.	Dest.	(kV)	(kV)	(kV)	
Línea MT	Red AT	CT	17,5	95	38	400/130

Donde:

- $U_n$ : Tensión más elevada de la red.
- $U_1$ : Tensión de ensayo al choque con onda de impulso de 1,2/50 microsegundos. (Tensión de cresta).
- $U_2$ : Tensión de ensayo a frecuencia industrial 50 Hz, bajo lluvia durante un minuto. (Tensión eficaz)

Los resultados acerca de los cálculos de cortocircuito son los siguientes:

- $S_{cc}$ : 350 MVA
- $U$ : 13 kV
- $t_{cc}$ : 0,5 segundos
- $I_{pccM}$ : 10.934,99 A

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Sección (mm <sup>2</sup> )	Icccs (A)	Prot. térmica/In	PdeC (kA)
Línea MT	Red AT	CT	3x95	12.628,93	400	12,5

Los datos generales del cortocircuito en pantalla son los siguientes:

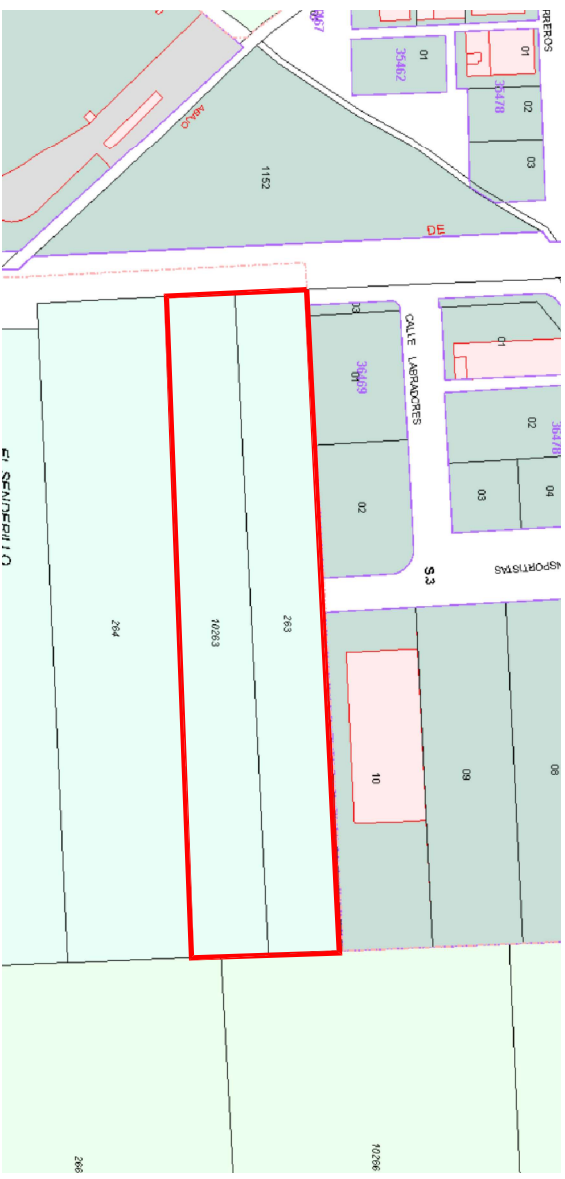
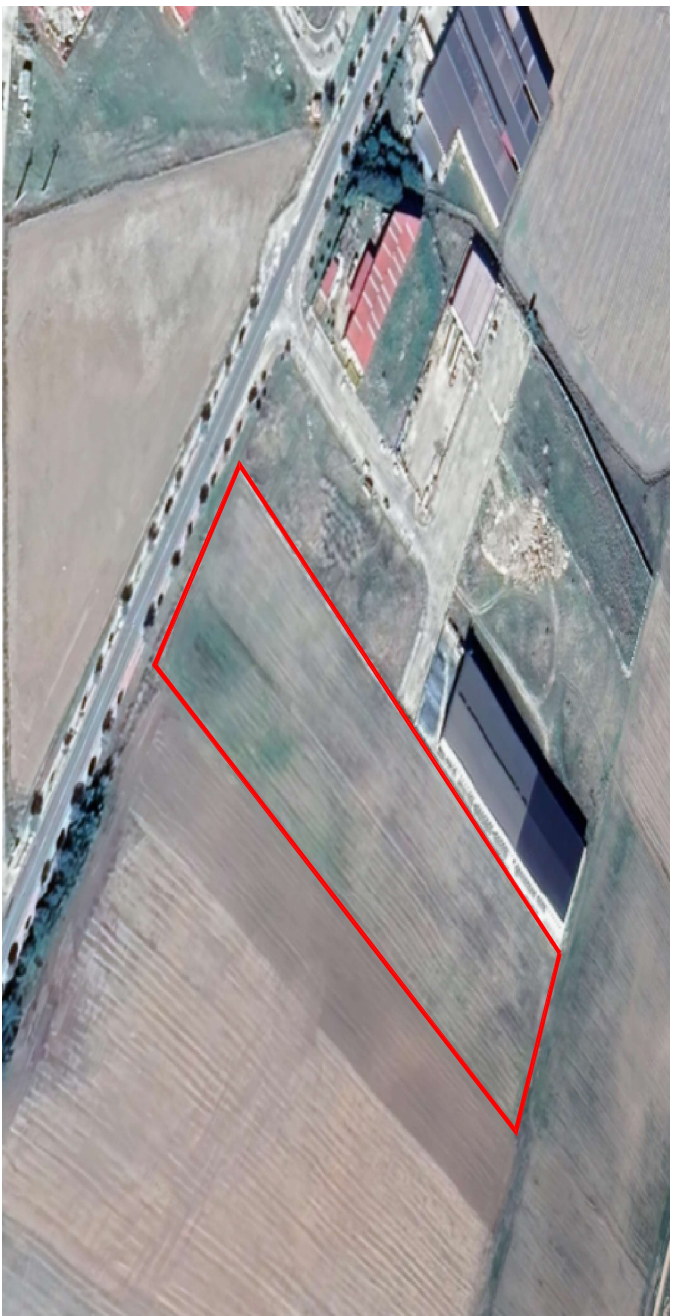
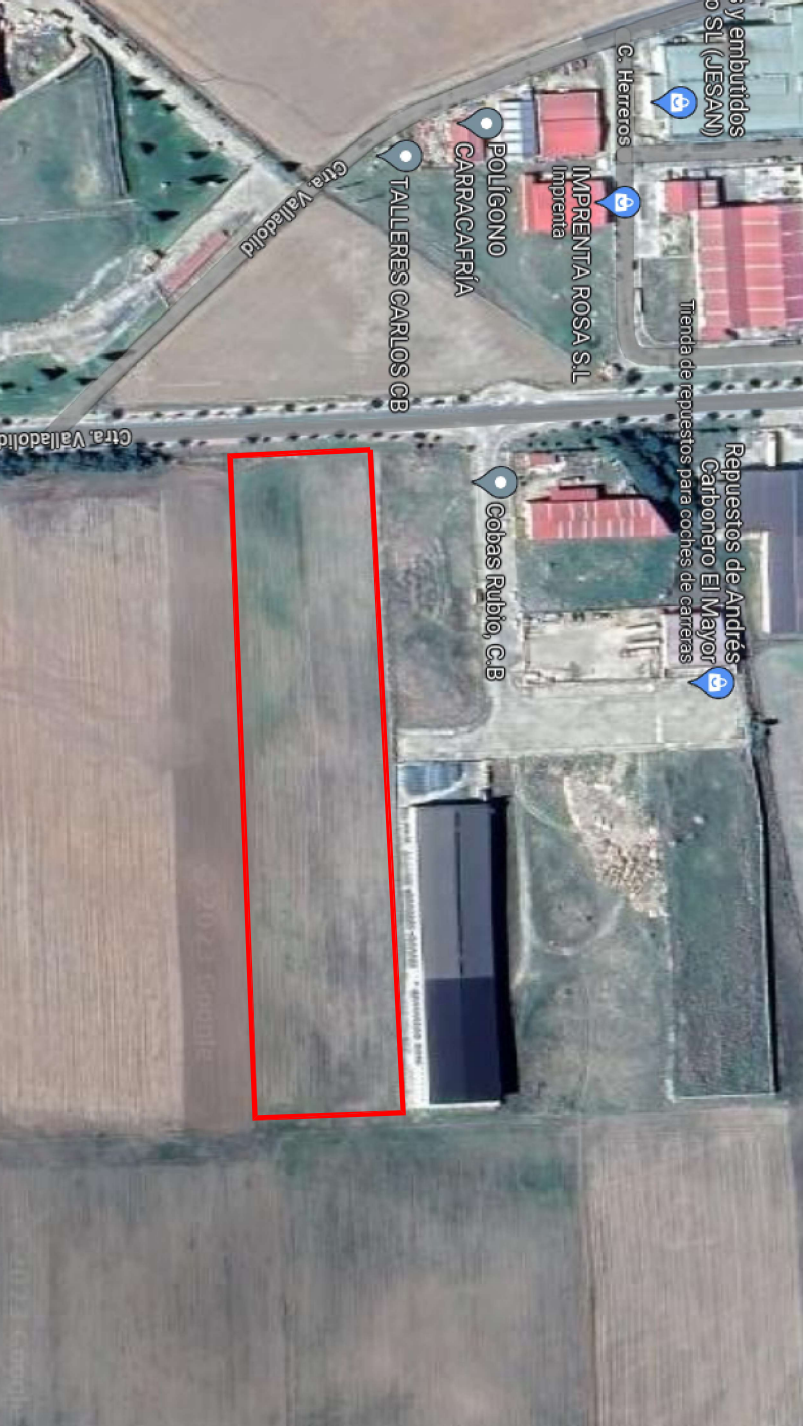
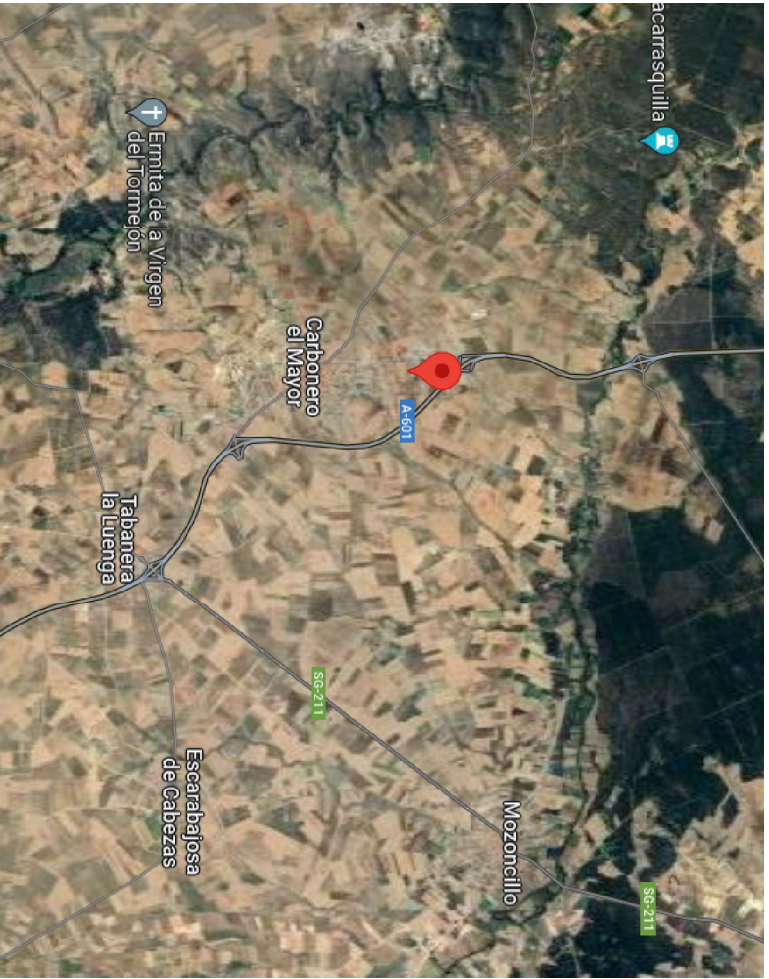
- $I_{pcc}$  en la pantalla = 1.000A
- Tiempo de duración c.c. en la pantalla = 1s


Los resultados obtenidos son los siguientes:

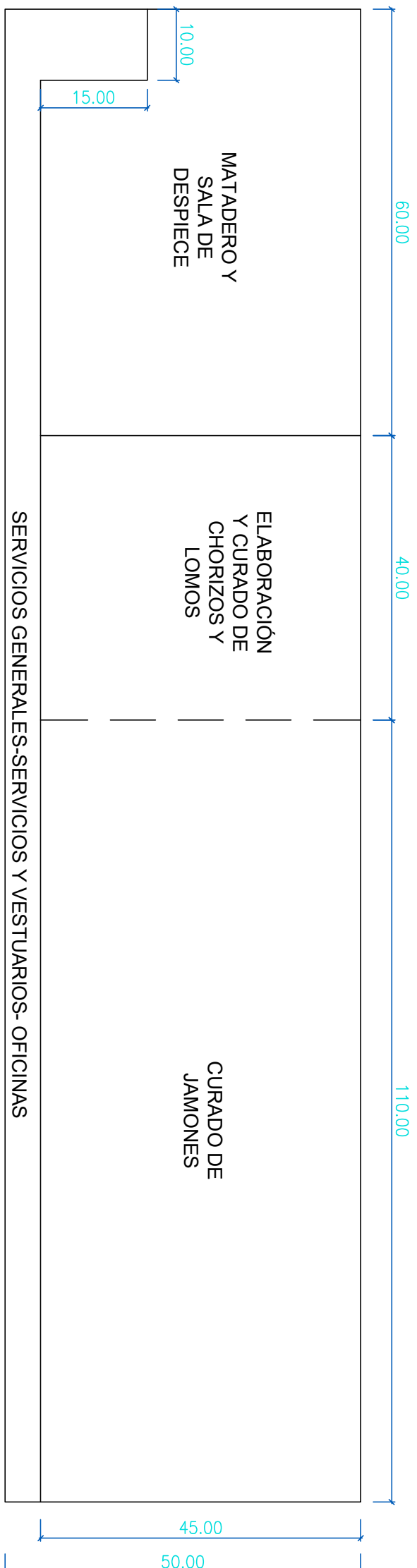
- Sección pantalla = 16 mm<sup>2</sup>
- $I_{cc}$  admisible en pantalla = 3.130 A

## 4. ANEXO 4: PLANOS





<p><b>PROYECTO DE:</b>  <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS</b></p>		 <p>ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES</p>	
<p><b>PROMOTOR:</b> UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</p>		<p>INGENIERO INDUSTRIAL</p> <p>Fdo: Fernando González Rodríguez</p>	
<p><b>PLANO Nº:</b> 1</p>	<p><b>PLANO:</b> LOCALIZACIÓN Y SITUACIÓN</p>		
<p><b>ESCALA:</b> S/E</p>	<p><b>FECHA:</b> FEBRERO - 2024</p>		



<b>PROYECTO DE:</b> <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS</b>		 <b>ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES</b>
<b>PROMOTOR:</b> UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
<b>PLANO Nº:</b> 2	<b>PLANO:</b> PLANTA DEL COMPLEJO INDUSTRIAL	<b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>
<b>ESCALA:</b> 1/750	<b>FECHA:</b> FEBRERO - 2024	<b>Fdo:</b> Fernando González Rodríguez





PROYECTO DE:  
**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS**

PROMOTOR: UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

PLANO Nº: 3

PLANO: PARCELA

ESCALA: 1/1000

FECHA: FEBRERO - 2024

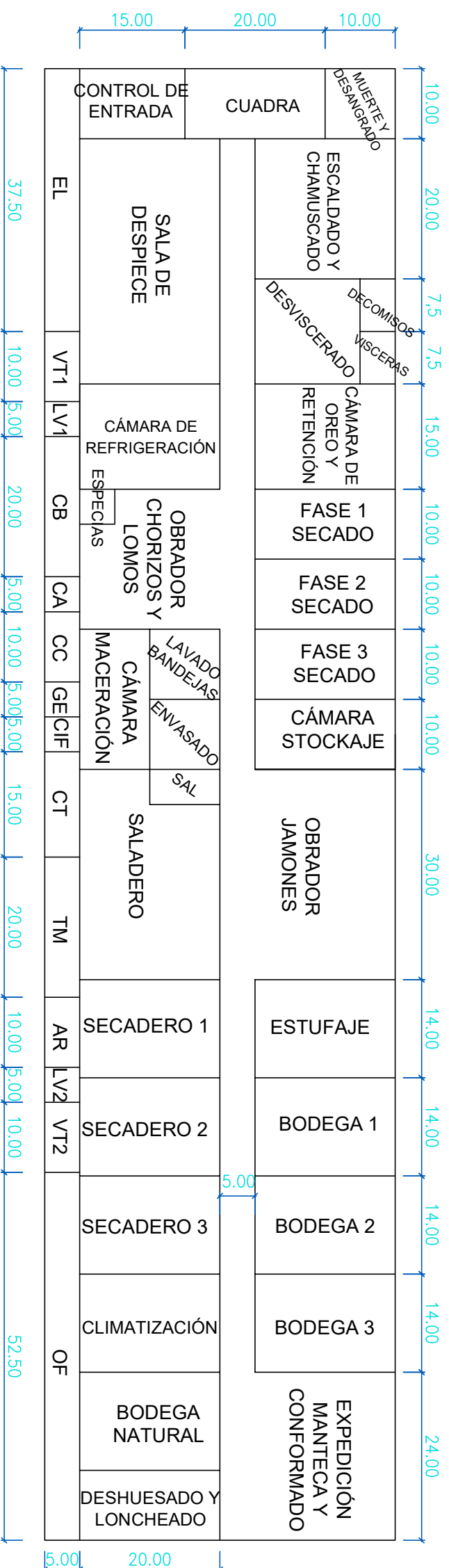


ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

INGENIERO INDUSTRIAL

*Fernando Rodríguez*

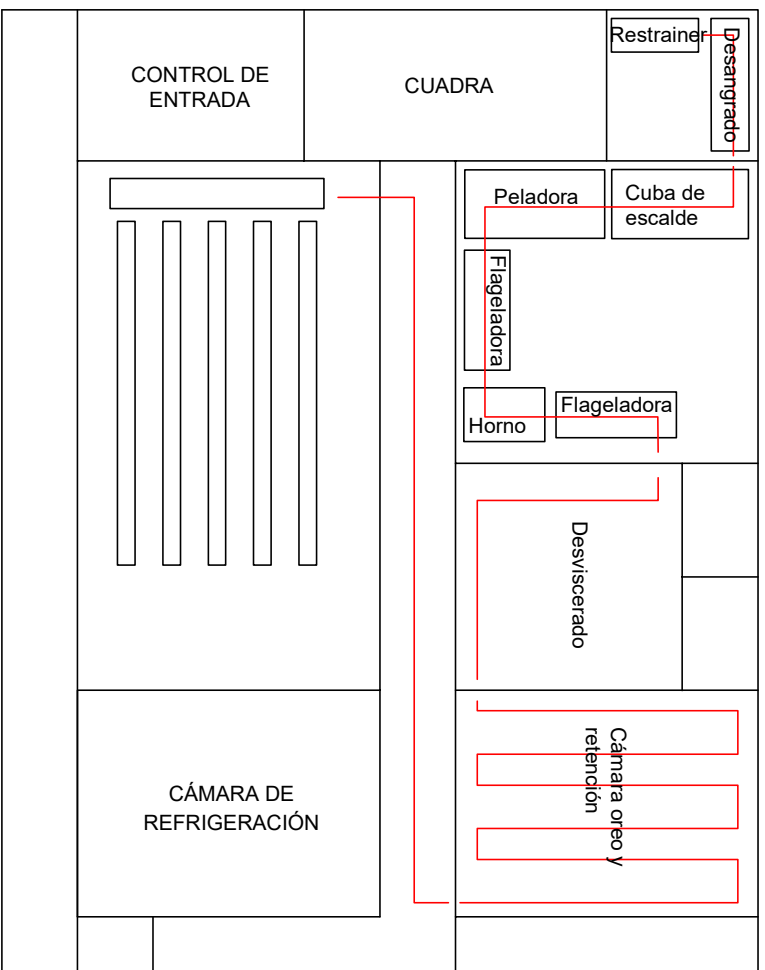
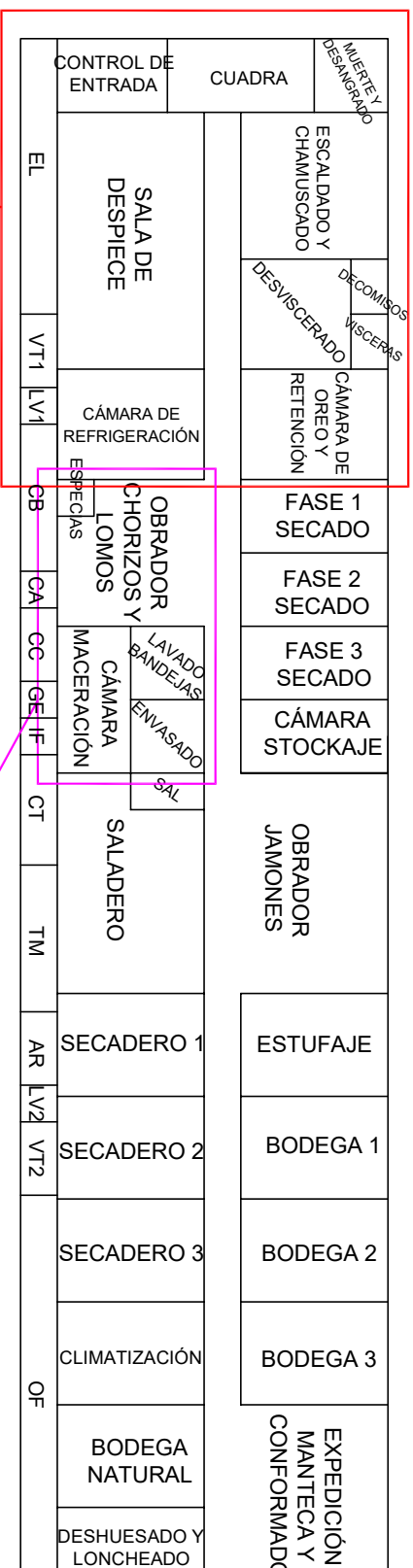
Fdo: Fernando González Rodríguez



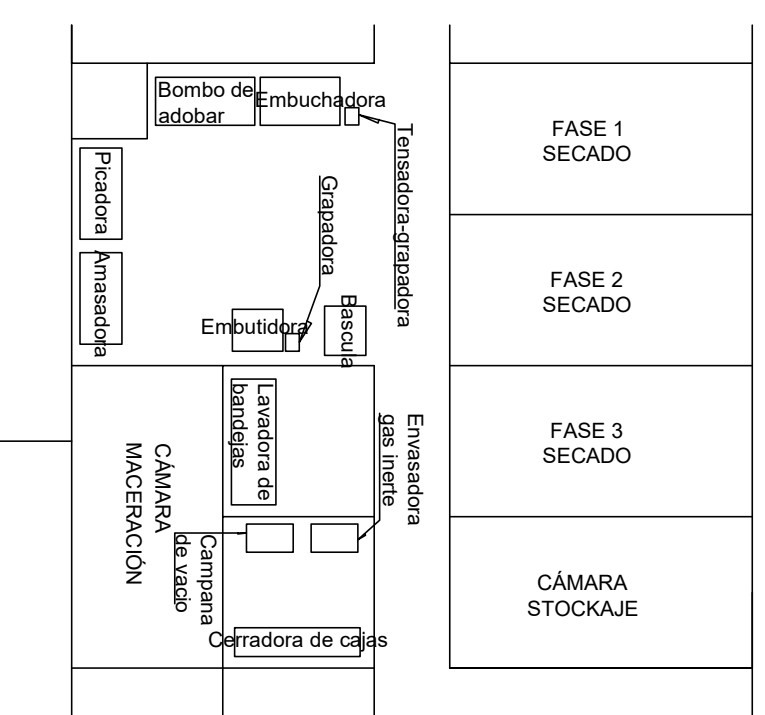
### LEYENDA

EL: Espacio libre
VT1: Vestuarios 1
LV1: Lavandería y servicios 1
CB: Carga de baterías
CA: Central bombeo de aguas
CC: Central Compresores
GE: Grupo Electrogeno
CIF: Cuarto Instalación fotovoltaica
CT: Centro de transformación
TM: Taller de mantenimiento
AR: Almacén de recambios
LV2: Lavandería y servicios 2
VT2: Vestuarios 2
OF: Oficinas

<b>PROYECTO DE:</b> <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS</b>		 <b>ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES</b>
<b>PROMOTOR:</b> UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
<b>PLANO Nº:</b> 4	<b>PLANO:</b> PLANTA GENERAL DEL COMPLEJO INDUSTRIAL	<b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>
<b>ESCALA:</b> 1/750	<b>FECHA:</b> FEBRERO - 2024	<b>Fdo:</b> Fernando González Rodríguez

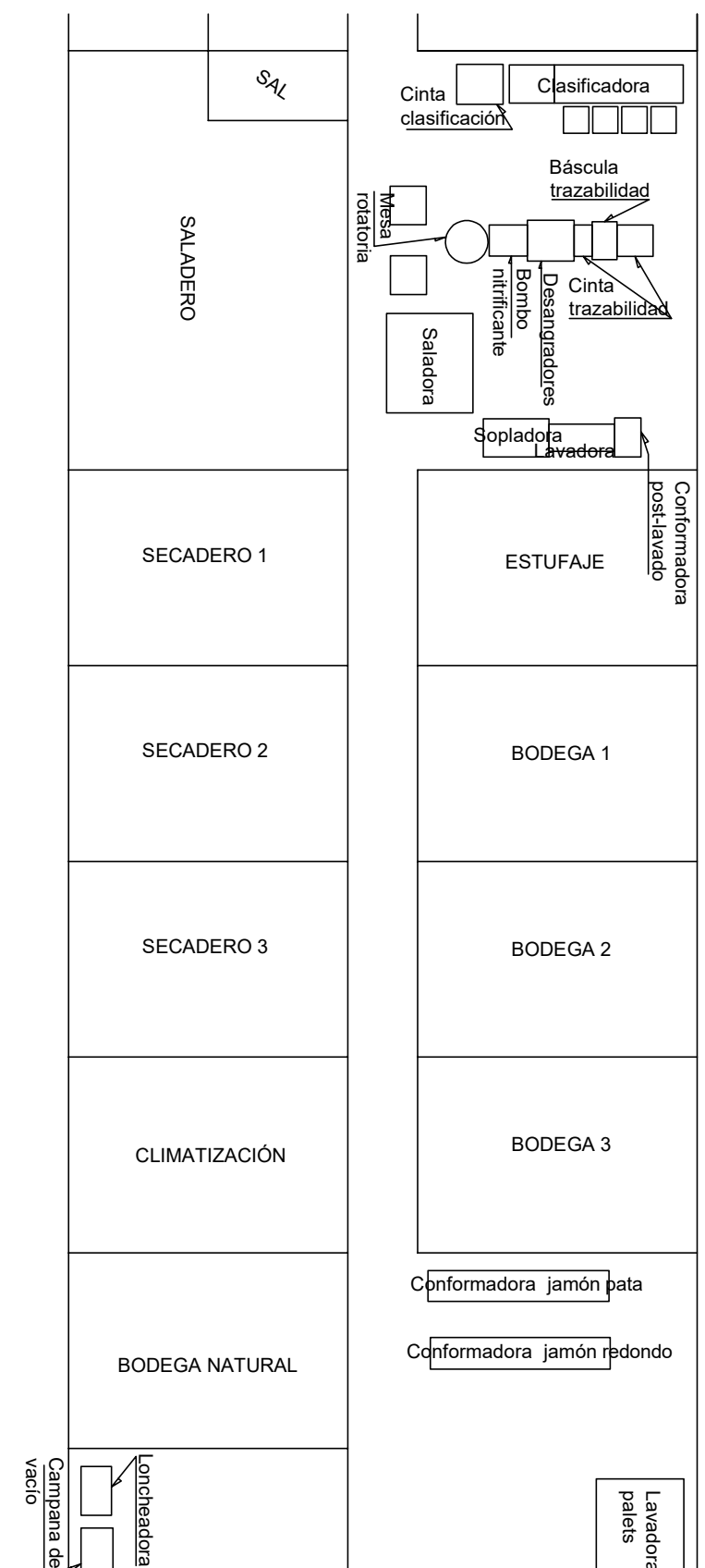
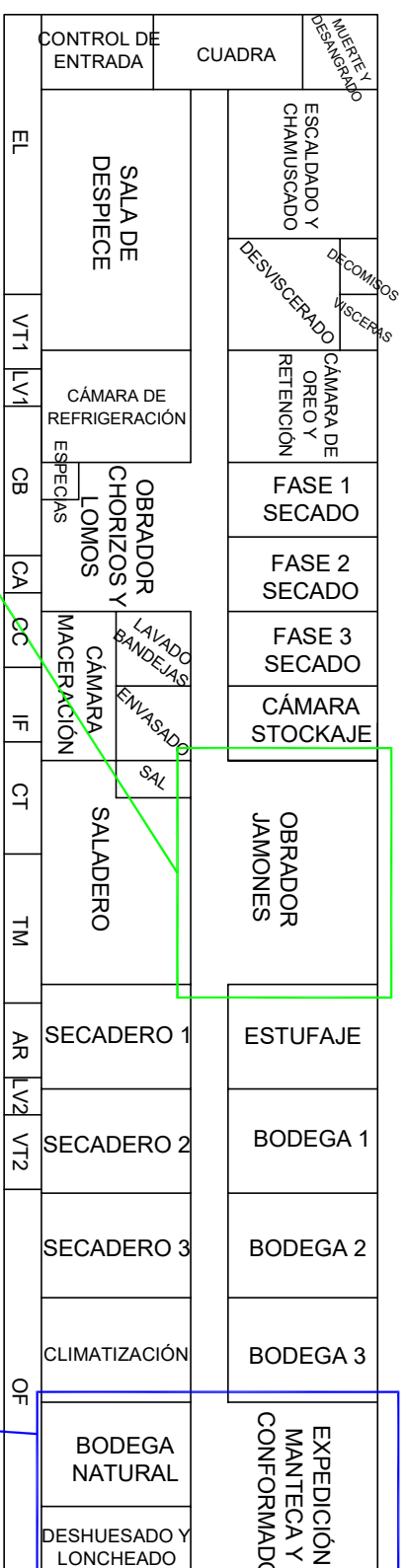


Escala: 1/500



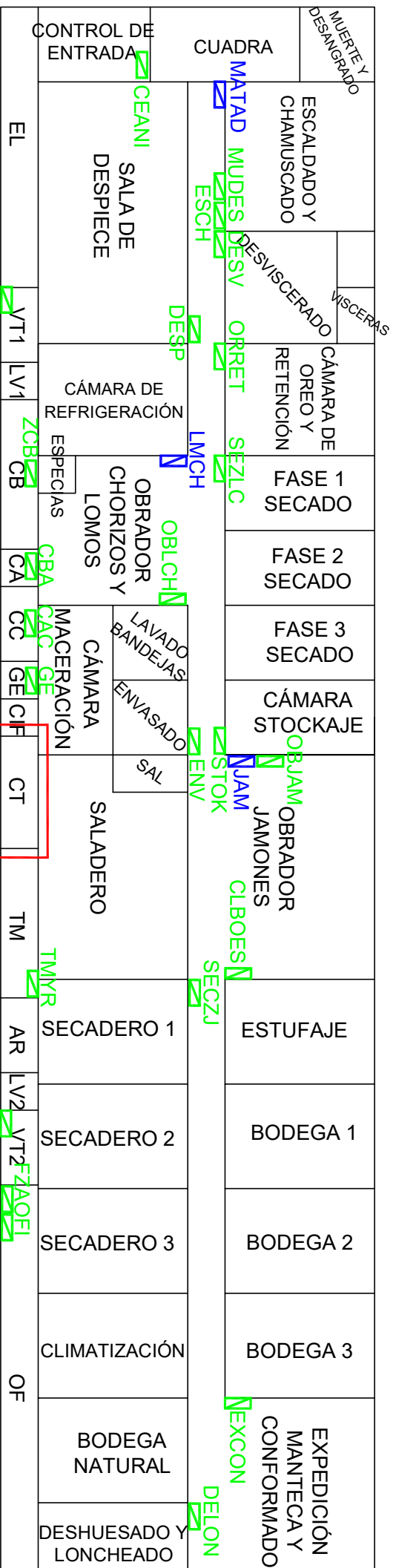
Escala: 1/500

<b>PROYECTO DE:</b> <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS</b>		
<b>PROMOTOR:</b> UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
<b>PLANO Nº:</b> 5	<b>PLANO:</b> MAQUINARIA DEL COMPLEJO INDUSTRIAL	<b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>
<b>ESCALA:</b> 1/1000	<b>FECHA:</b> FEBRERO - 2024	Fdo: Fernando González Rodríguez



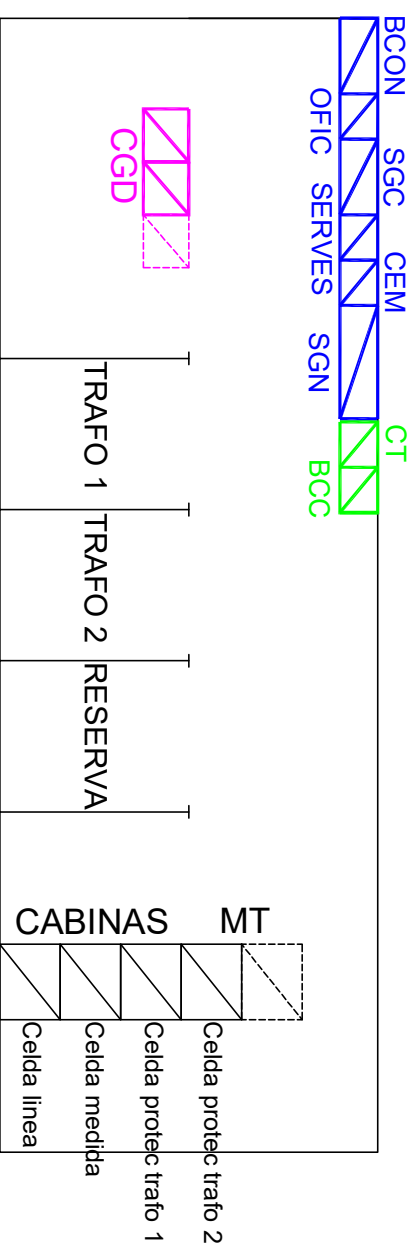
Escala: 1/500

<b>PROYECTO DE:</b> <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS</b>		 <b>ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES</b>
<b>PROMOTOR:</b> UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
<b>PLANO Nº:</b> 6	<b>PLANO:</b> MAQUINARIA DEL COMPLEJO INDUSTRIAL	<b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>  Fdo: Fernando González Rodríguez
<b>ESCALA:</b> 1/1000	<b>FECHA:</b> FEBRERO - 2024	



**LEYENDA**

CGD: Cuadro general de distribución	STOK: Cámara de stockaje
MATAD: Matadero y sala de despiece	OBJAM: Obrador jamones
JAM: Curado jamones y paletas	CEM: Cuadro emergencia
LMCH: Curado lomos y chorizos	CLBOES: Climatizaciones bodegas y estufaje
SGN: Servicios generales de nave	SEGCZJ: Secaderos zona jamones
SGC: Servicios generales centrales	EXCON: Expedición, manteca y conformado
CEM: Cuadro emergencia	DESLON: Deshuesado y loncheado
SERVES: Servicio y vestuarios	CT: Centro de transformación
OFIC: Cuadro de oficinas	CIF: Cuadro instalación fotovoltaica
BCON: Batería condensadores	GE: Grupo electrogeno
BCC: Batería corriente continua	CAC: Central de aire comprimido
MUDES: Muerte y desangrado	CBA: Central de bombeo de aguas
ESCH: Escalado y chamuscado	ZCB: Zona carga de baterías
DES: Desviscerado	SEVEZ1: Servicios y vestuarios zona 1
ORRET: Cámara de oreo y retención	SEVEZ2: Servicios y vestuarios zona 2
DESP: Sala despiece	CEANI: Control entrada animales
SEZLC: Secaderos zona lomos y chorizos	TMYSR: Taller mantenimiento y almacén recambios
OBLCH: Obrador lomos y chorizos	FZAOFI: Fuerza oficinas
ENV: Envasado	ALOFI: Alumbrado oficinas



Escala: 1/100

**LEYENDA COLORES**

	Cuadro general de distribución
	Cuadro nivel 1
	Cuadro nivel 2

PROYECTO DE:

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS**

PROMOTOR: UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

PLANO Nº: PLANO: DISTRIBUCIÓN DE CUADROS ELÉCTRICOS

**7**

ESCALA: 1/750

FECHA: FEBRERO - 2024

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



INGENIERO INDUSTRIAL

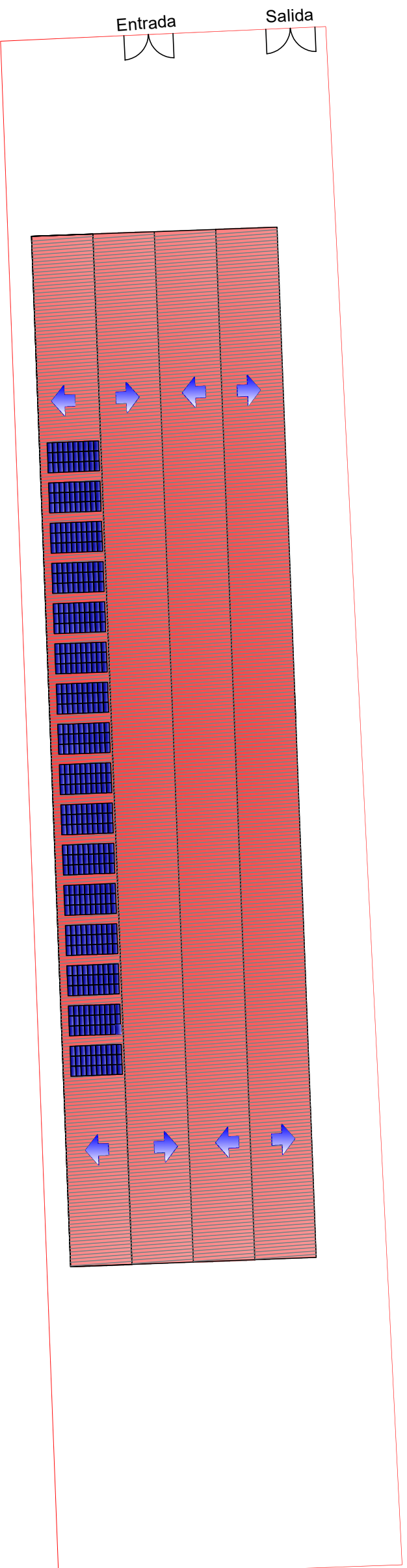
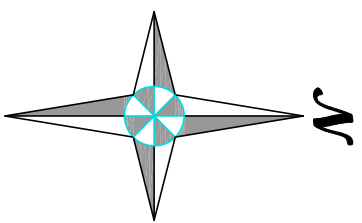
Fdo: Fernando González Rodríguez

CONTROL DE ENTRADA		CUADRA		MUERTE Y DESANGRADO		DECOMISOS		WISCERAS		DESCALDADO Y CHAMUSCADO		DESVICERADO		CÁMARA DE ORO Y RETENCIÓN		FASE 1 SECADO		FASE 2 SECADO		FASE 3 SECADO		CÁMARA STOCKAJE		OBRADOR JAMONES		ESTUFAJE		BODEGA 1		BODEGA 2		BODEGA 3		EXPEDICIÓN MANTECA Y CONFORMADO	
SALA DE DESPIECE		CÁMARA DE REFRIGERACIÓN		OBRADOR CHORIZOS Y LOMOS ESPECIAS		LAVADO BANDEJAS		ENVASADO		SAL		SALADERO		SECADERO 1		SECADERO 2		SECADERO 3		CLIMATIZACIÓN		BODEGA NATURAL		DESHUESADO Y LONCHEADO		CAPRIL2		CAPRIL1							
EL	VT1	LV1	CB	CA	CC	GE	IF	CT	TM	AR	LV2	VT2	OF																						

LEYENDA	
CAPRL1:	Canalización eléctrica prefabricada 1
CAPRL2:	Canalización eléctrica prefabricada 2

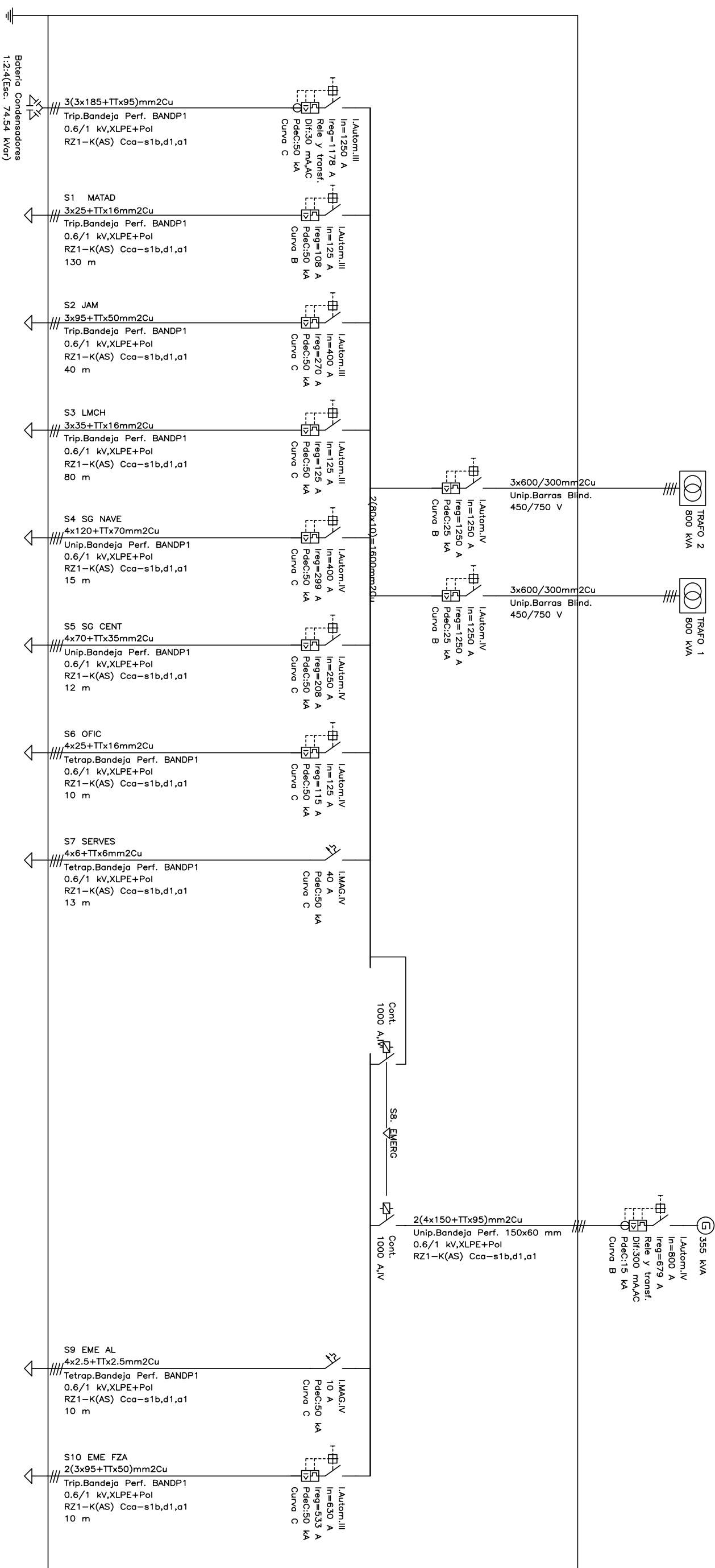
<b>PROYECTO DE:</b> <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS</b>		 <b>ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES</b>	
<b>PROMOTOR:</b> UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		<b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>	
<b>PLANO Nº:</b> 8	<b>PLANO:</b> FUERZA NAVE- CANALIZACIÓN ELÉCTRICAS PREFABRICADA	<b>Fdo:</b> Fernando González Rodríguez	
<b>ESCALA:</b> 1/750	<b>FECHA:</b> FEBRERO - 2024		





LEYENDA	
480 Paneles de 460W=220,8KWp	
Inclinación: 20°	
Azimuth: -2° al Sur	

<b>PROYECTO DE:</b> <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS</b>		
<b>PROMOTOR:</b> UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
<b>PLANO Nº:</b> 9	<b>PLANO:</b> UBICACIÓN PANELES FOTOVOLTAICOS	<b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>
<b>ESCALA:</b> 1/1000	<b>FECHA:</b> FEBRERO - 2024	<b>Fdo:</b> Fernando González Rodríguez



**PROYECTO DE:**  
**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS**

**PROMOTOR:** UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

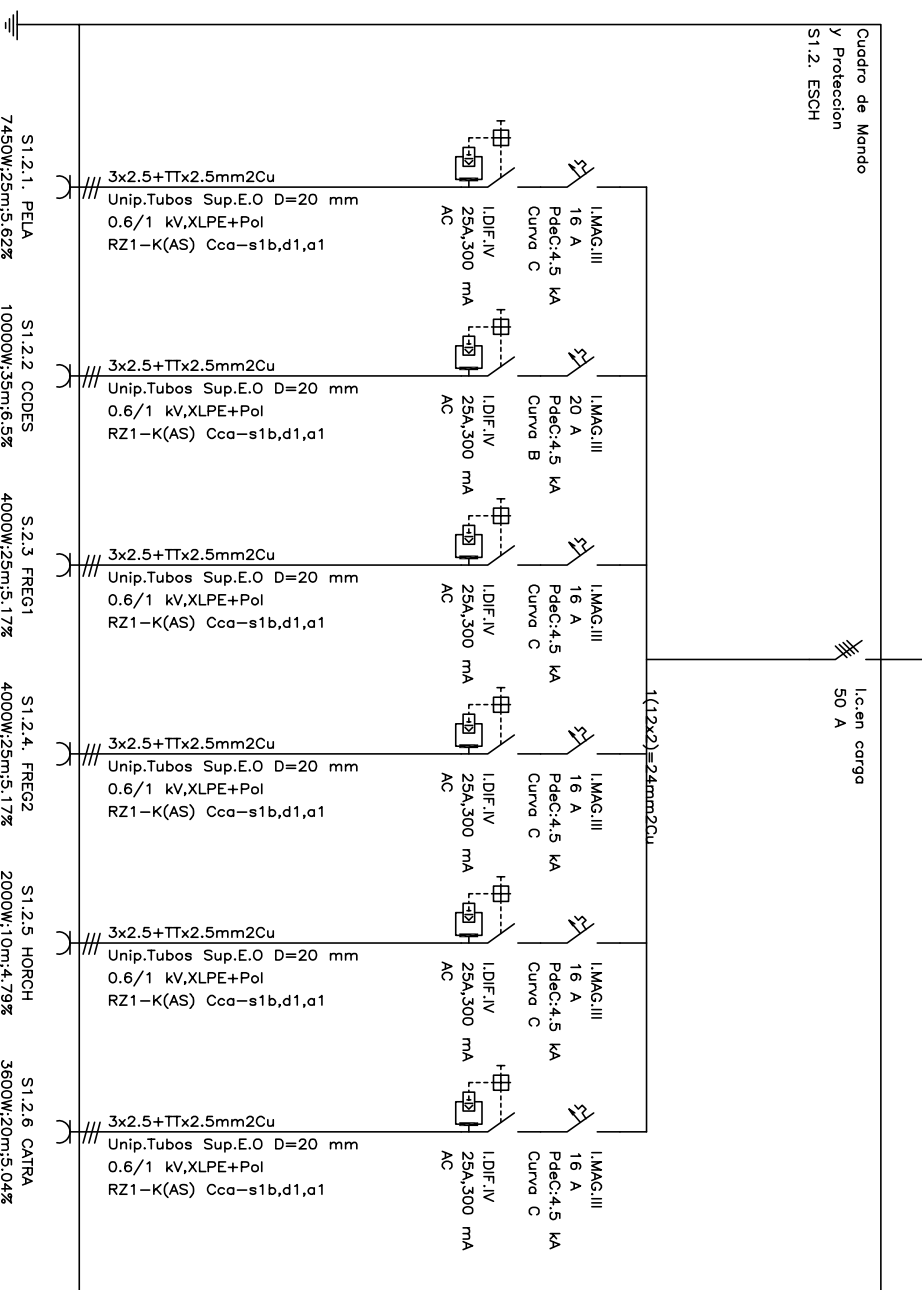
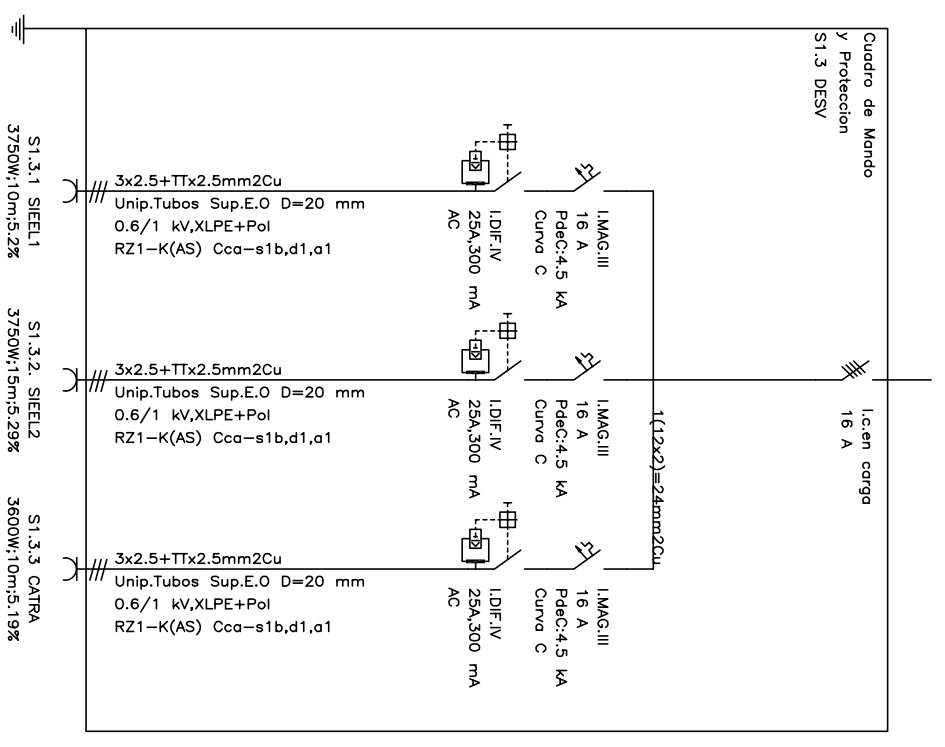
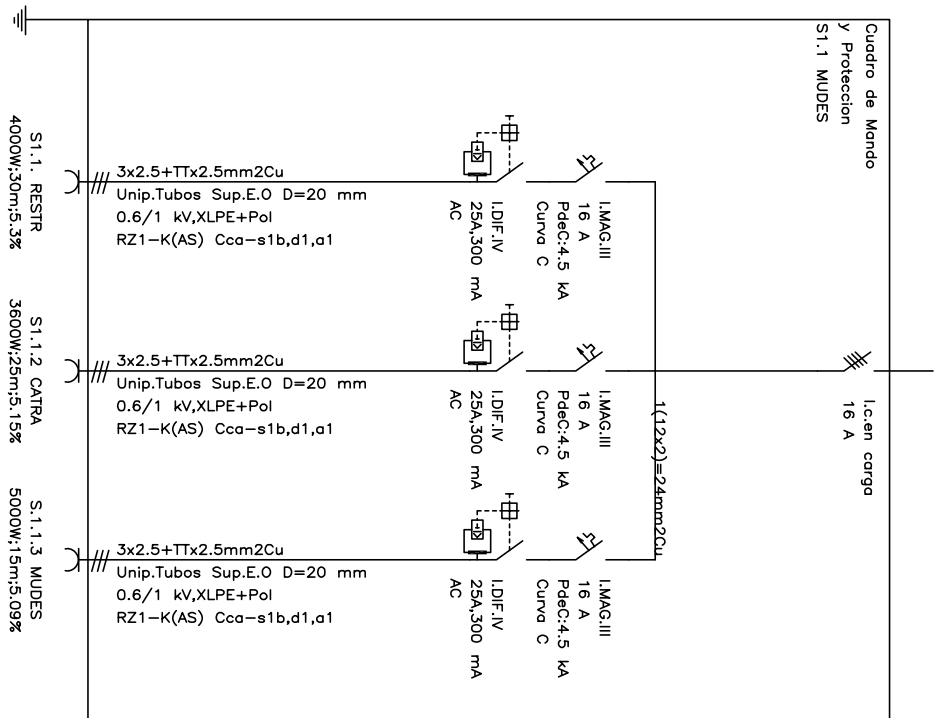
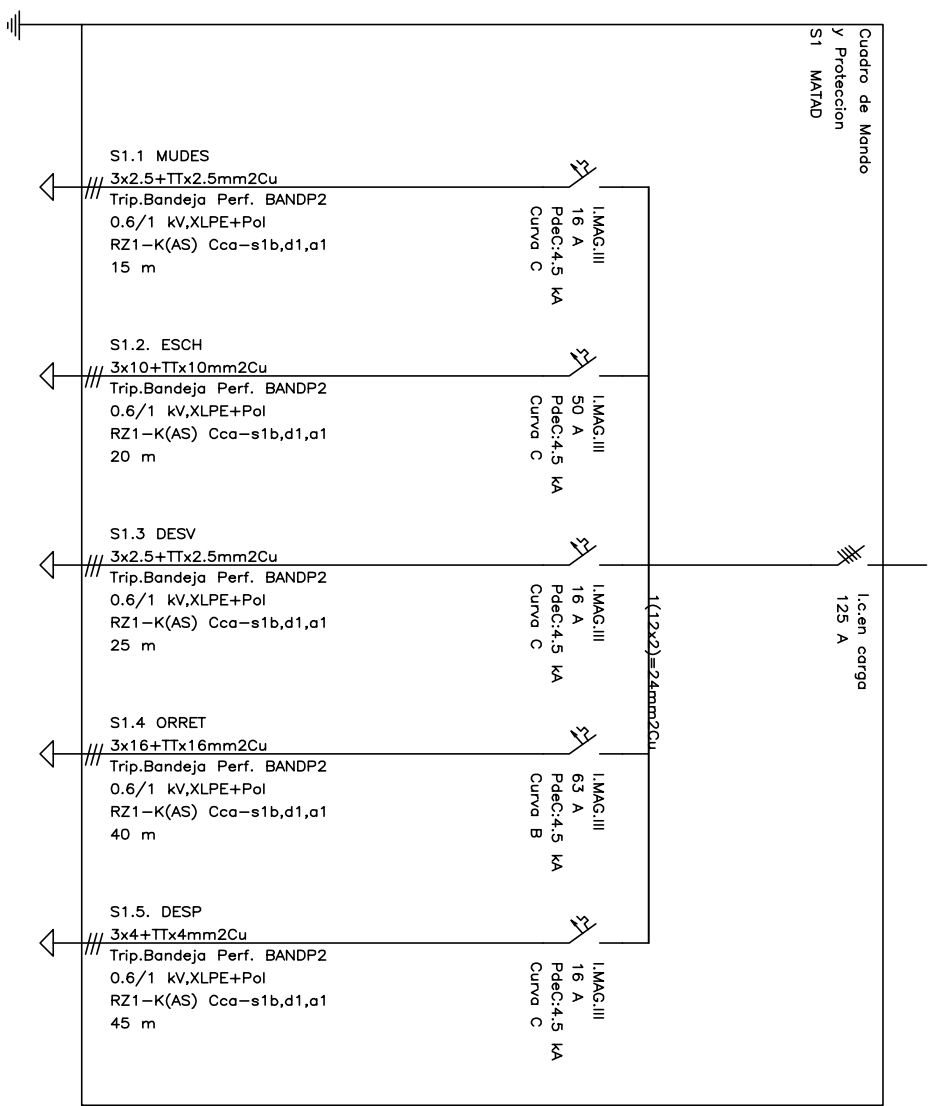
**PLANO Nº:** 10  
**PLANO:** ESQUEMA UNIFILAR DEL CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

**ESCALA:** S/E  
**FECHA:** FEBRERO - 2024



**INGENIERO INDUSTRIAL**

Fdo: Fernando González Rodríguez



**PROYECTO DE:**  
**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS**

**PROMOTOR:** UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

**PLANO Nº:** PLANO: ESQUEMA UNIFILAR DE LOS SUBCUADROS S1, S1.1, S1.2 Y S1.3

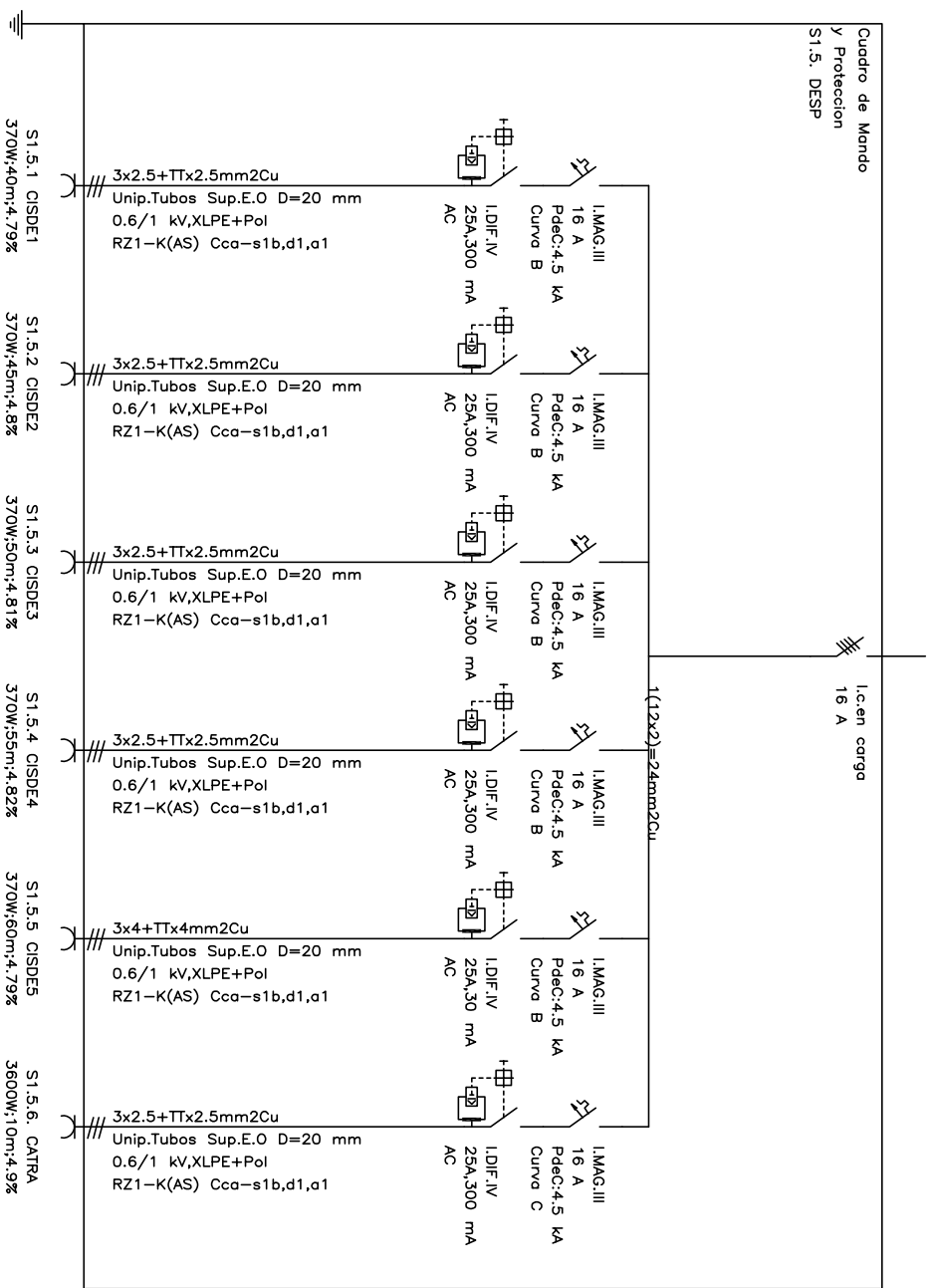
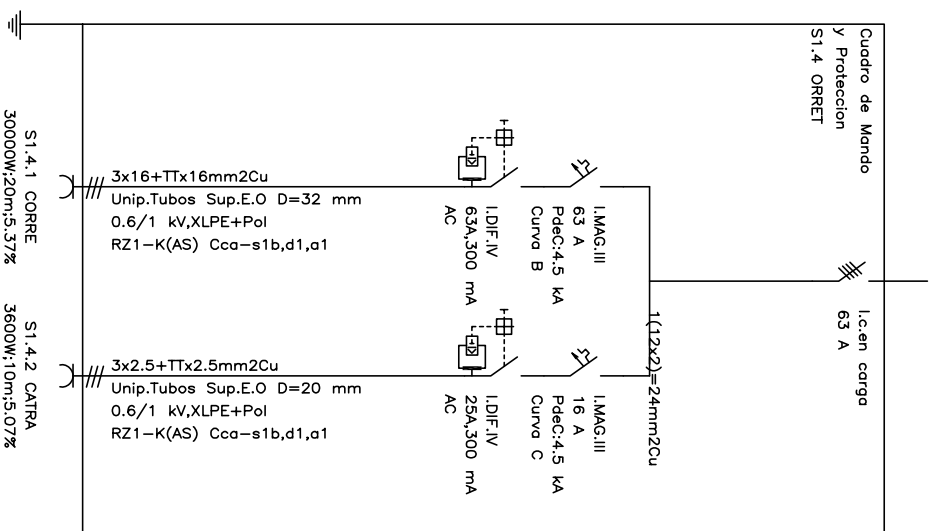
**ESCALA:** S/E

**FECHA:** FEBRERO - 2024

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**

**Fdo: Fernando González Rodríguez**



**PROYECTO DE:**  
**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS**

**PROMOTOR:** UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

**PLANO Nº:** 12 **PLANO:** ESQUEMA UNIFILAR DE LOS SUBCUADROS S1.4 Y S1.5

12

**ESCALA:** S/E

**FECHA:** FEBRERO - 2024

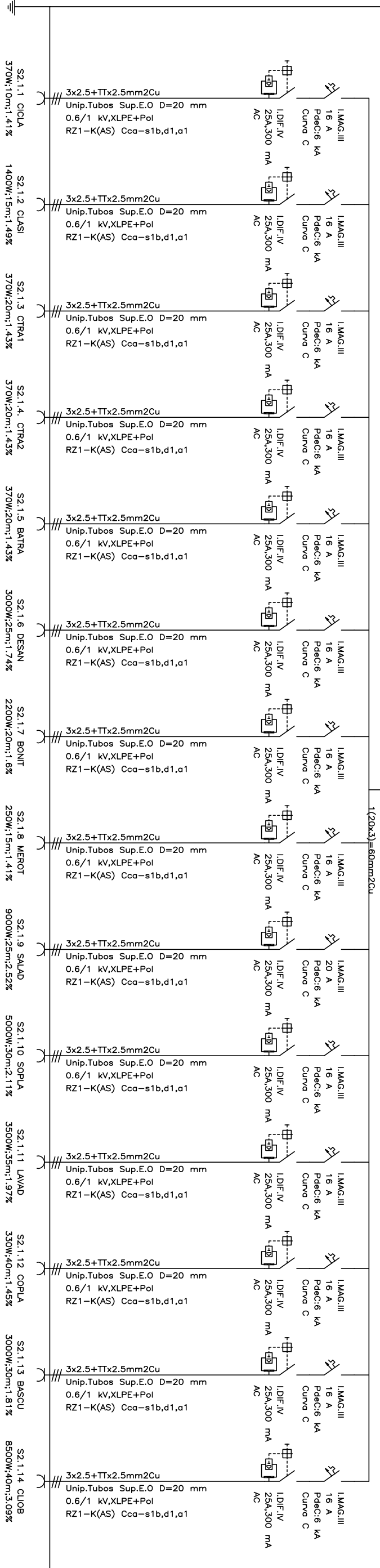


**INGENIERO INDUSTRIAL**

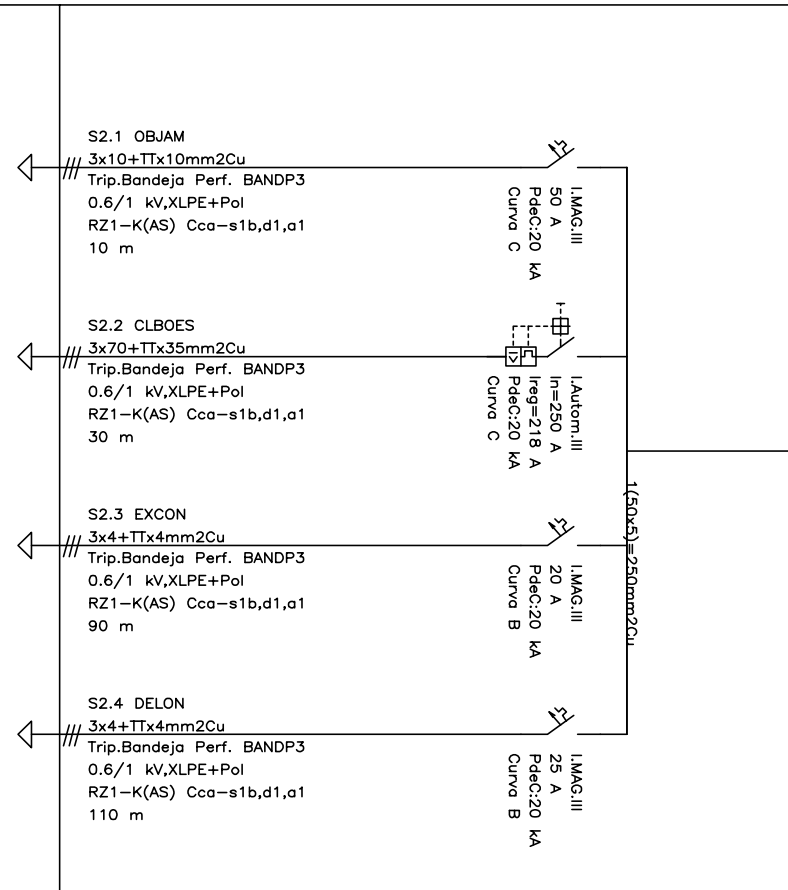
*Fernando González Rodríguez*

Fdo: Fernando González Rodríguez

Cuadro de Mando y Protección S2.1 OBJAM



Cuadro de Mando y Protección S2 JAM



**PROYECTO DE:**  
**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS**

**PROMOTOR:** UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

**PLANO Nº:** PLANO: ESQUEMA UNIFILAR DE LOS SUBCUADROS S2 Y S2.1

**13**

**ESCALA:** S/E

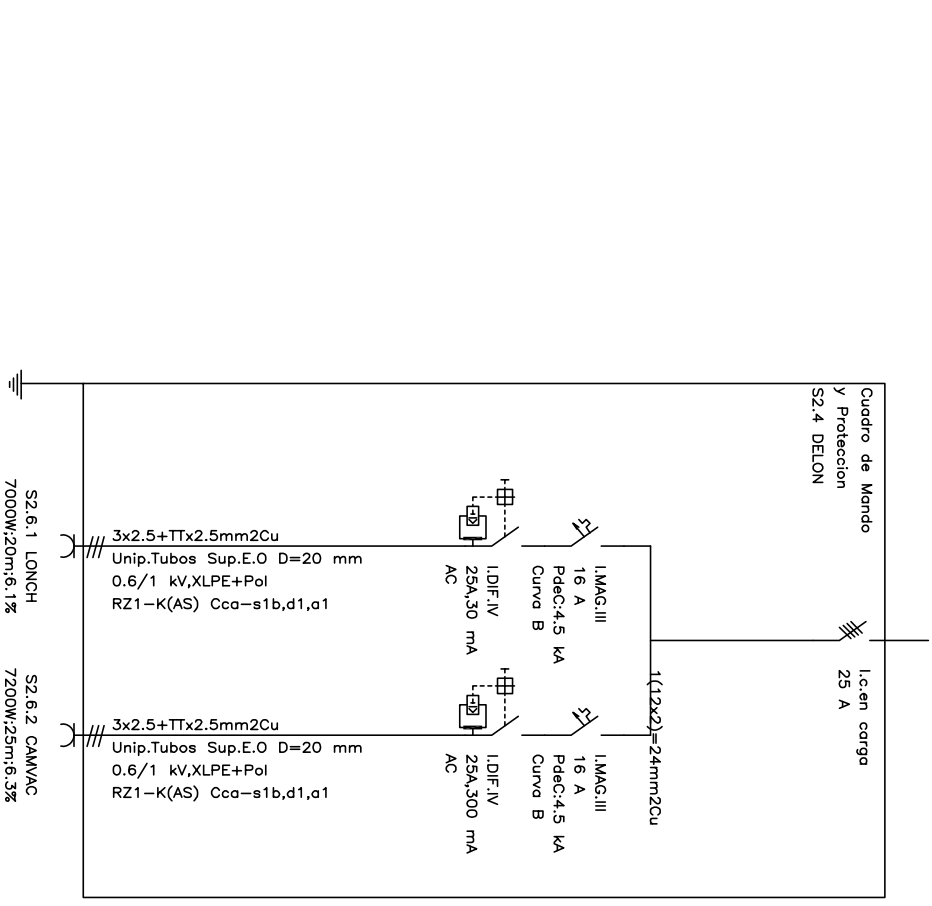
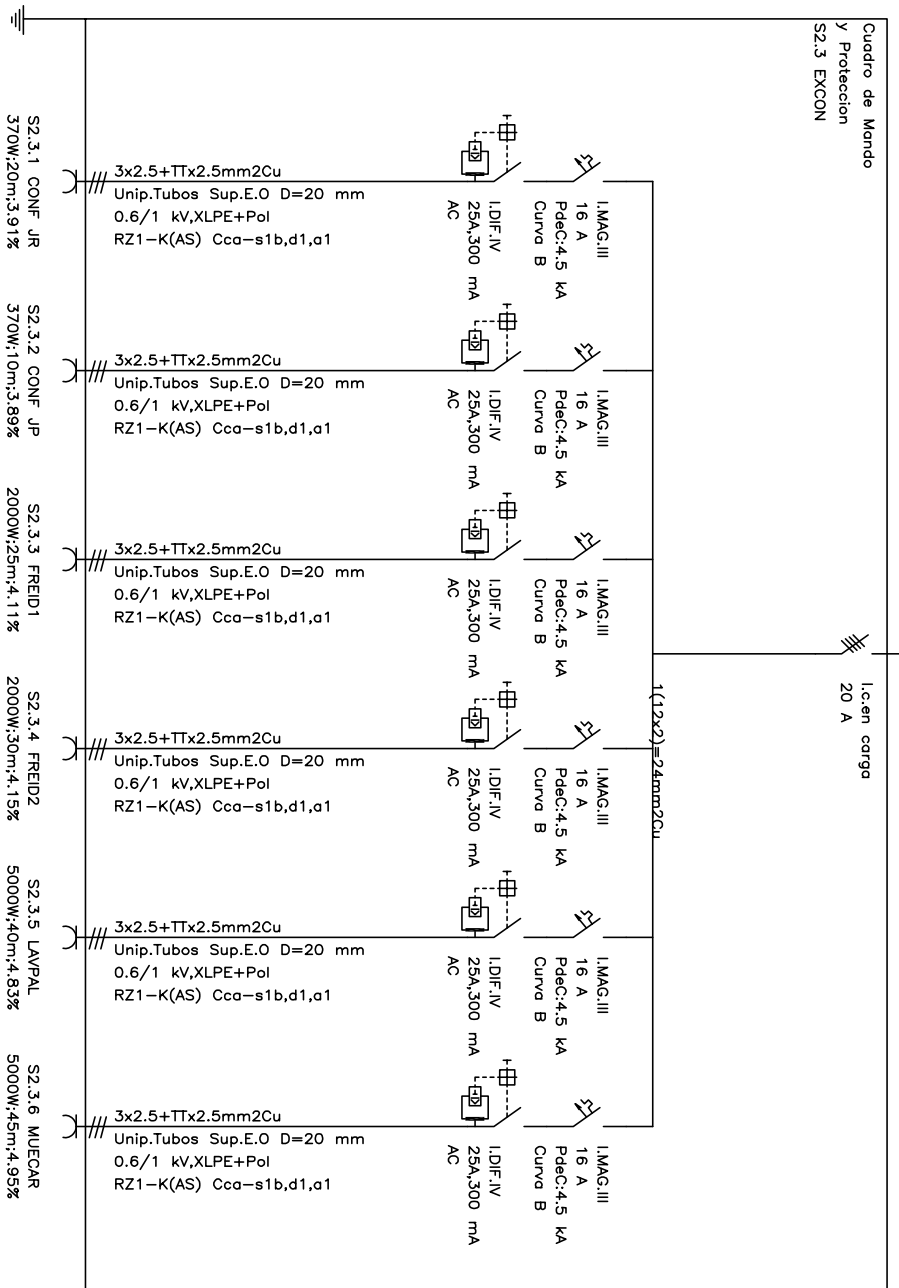
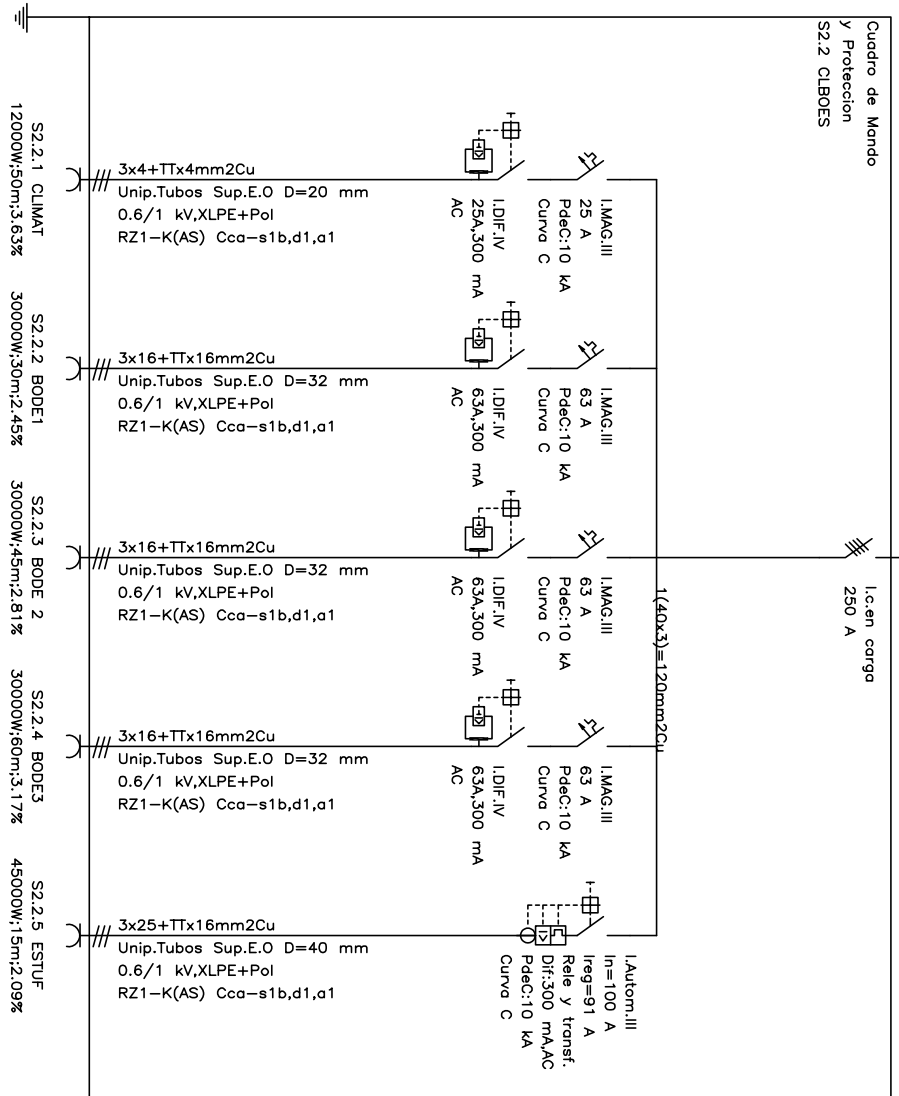
**FECHA:** FEBRERO - 2024



**INGENIERO INDUSTRIAL**

*Fernando González Rodríguez*

**Fdo: Fernando González Rodríguez**

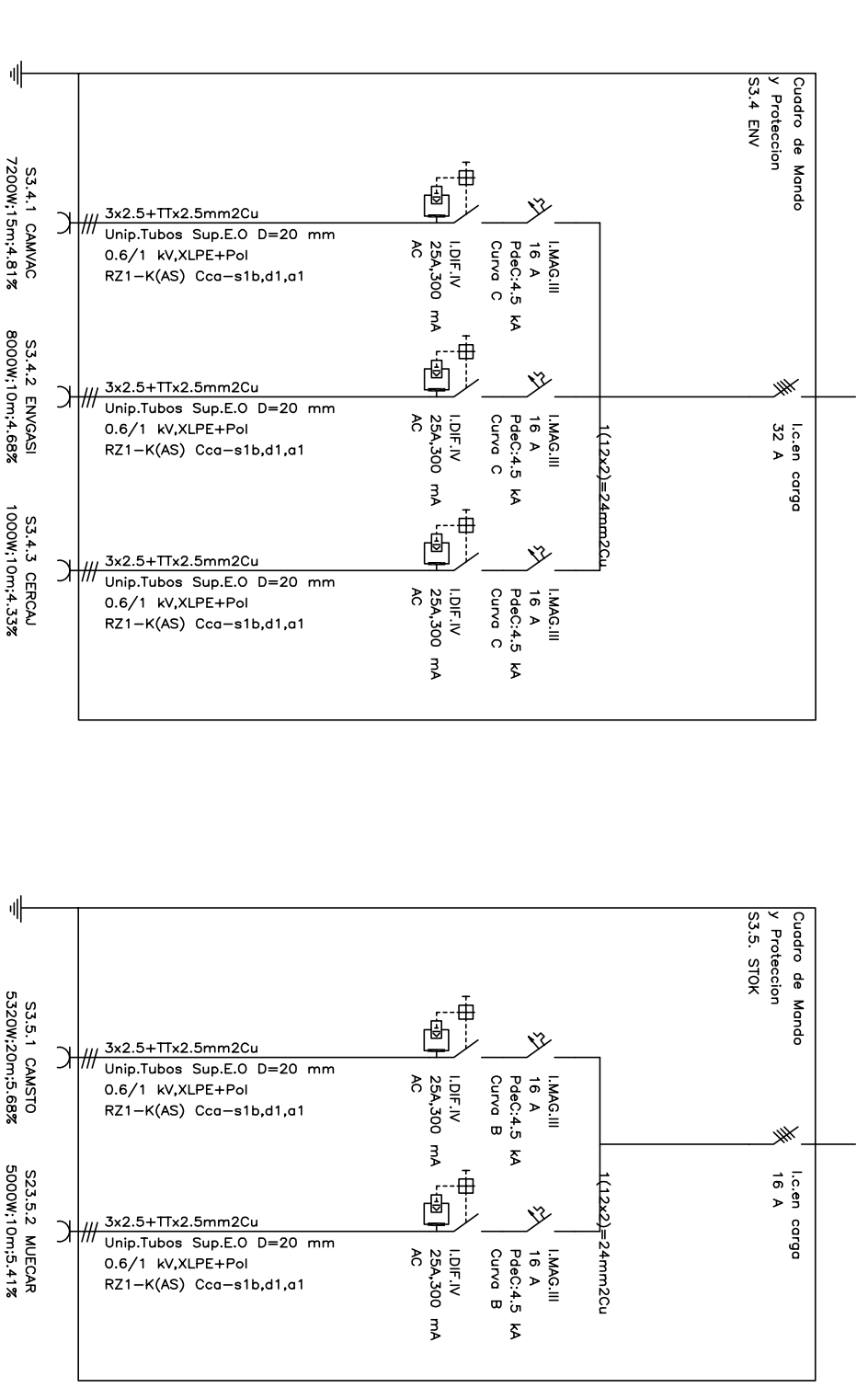
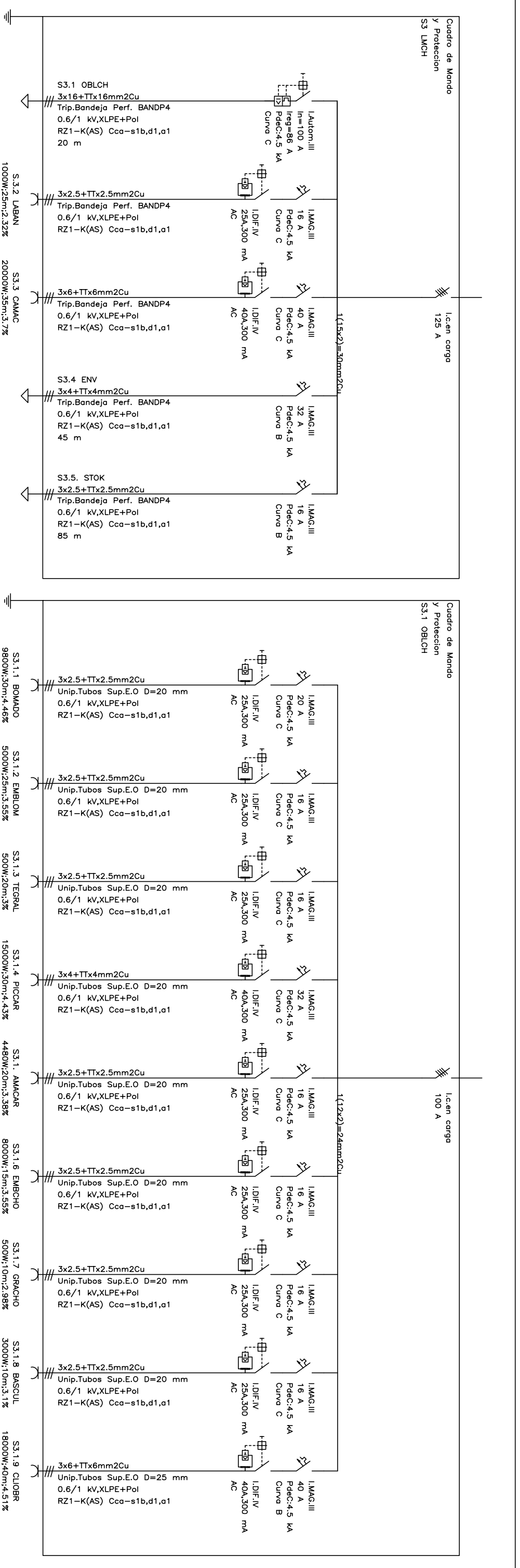


**PROYECTO DE:**  
**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS**  
**PROMOTOR: UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**



<b>PLANO Nº:</b> 14	<b>PLANO:</b> ESQUEMA UNIFILAR DE LOS SUBCUADROS S2.2, S2.3 Y S2.4	<b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>
<b>ESCALA:</b> S/E	<b>FECHA:</b> FEBRERO - 2024	<b>Fdo: Fernando González Rodríguez</b>





**PROYECTO DE:**  
**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS**

**PROMOTOR:** UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

**ESCUOLA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**

**INGENIERO INDUSTRIAL**

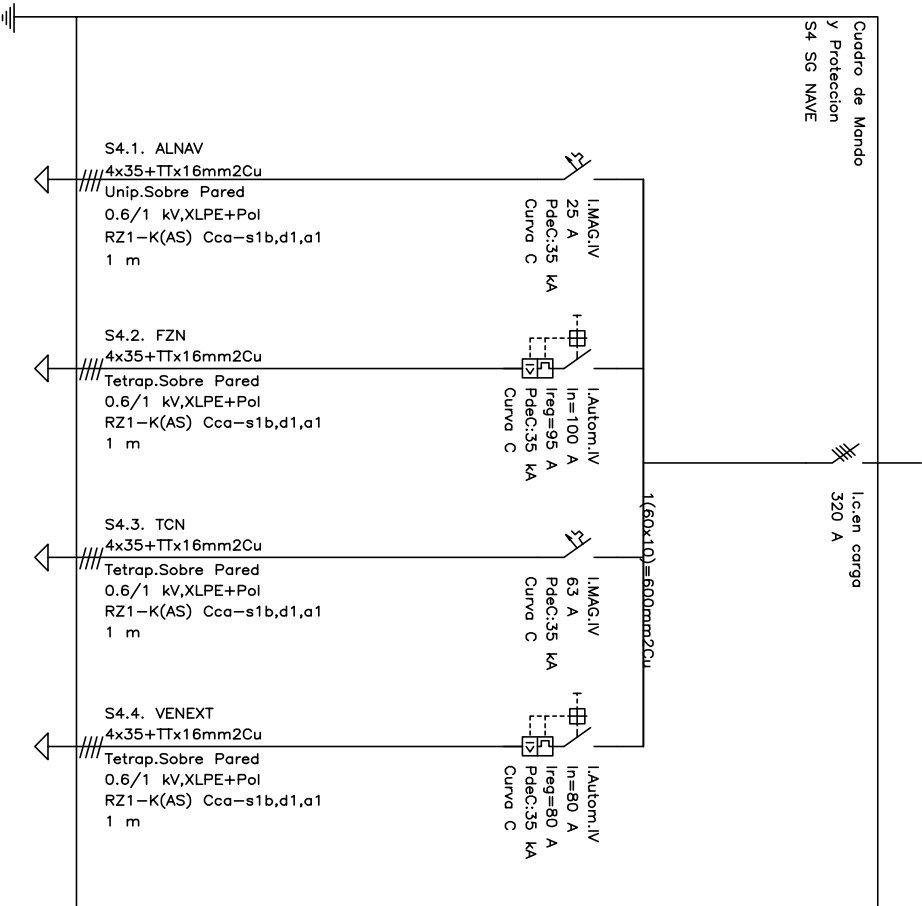
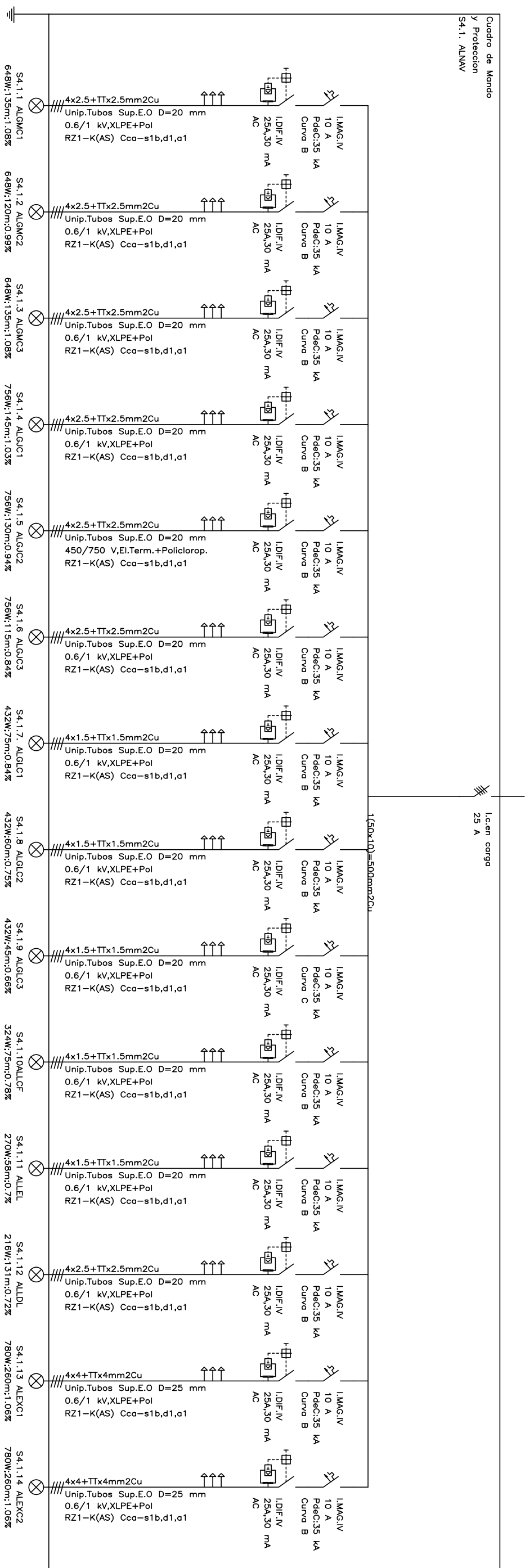
**PLANO Nº:** 15

**PLANO:** ESQUEMA UNIFILAR DE LOS SUBCUADROS S3, S3.1, S3.4 Y S3.5

**ESCALA:** S/E

**FECHA:** FEBRERO - 2024

**Fdo:** Fernando González Rodríguez



**PROYECTO DE:**  
**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS**

**PROMOTOR:** UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

**ESCUOLA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**

**PLANO Nº:** 16

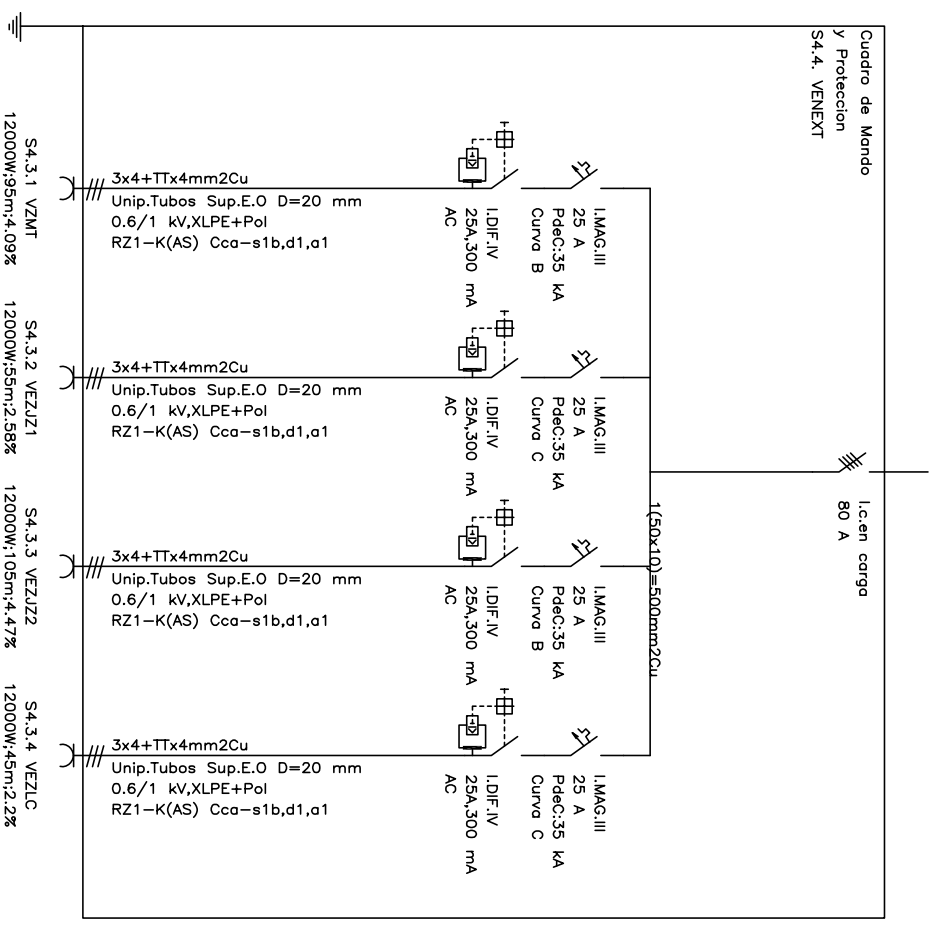
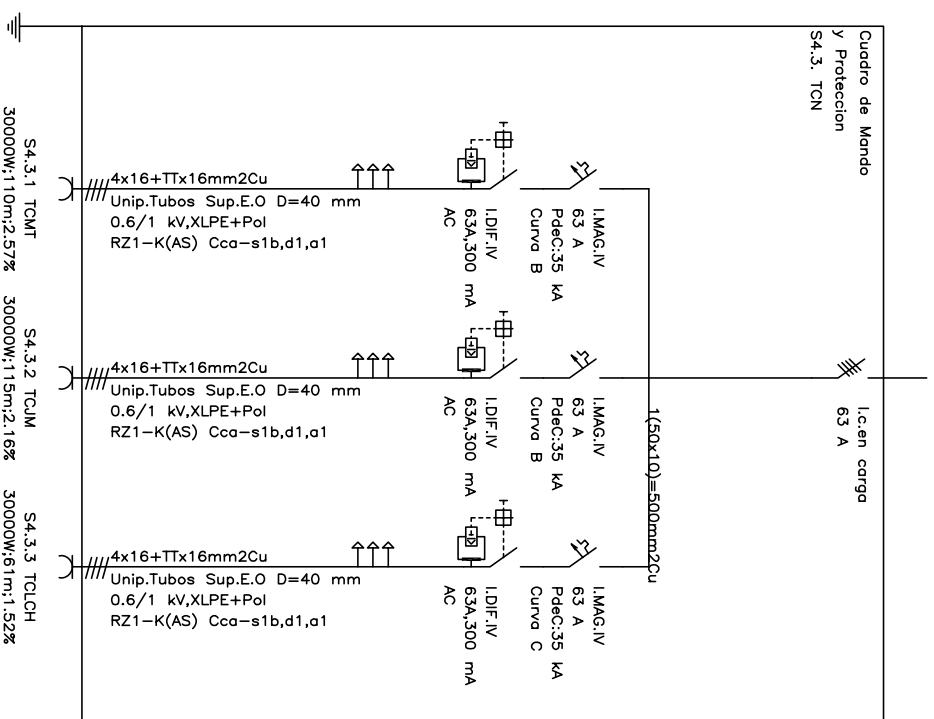
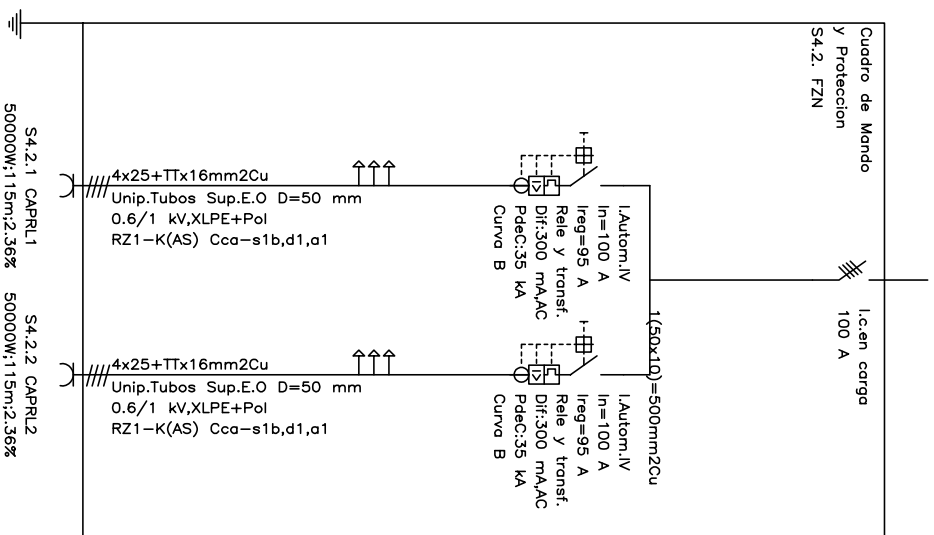
**PLANO:** ESQUEMA UNIFILAR DE LOS SUBCUADROS S4 Y S4.1

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**FECHA:** FEBRERO - 2024

**Fdo:** Fernando González Rodríguez





**PROYECTO DE:**  
**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE**  
**ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS**

**PROMOTOR:** UNIVERSIDAD DE VALLADOLID



**PLANO Nº:** PLANO: ESQUEMA UNIFILAR DE LOS SUBCUADROS S4.2, S4.3 Y S4.4

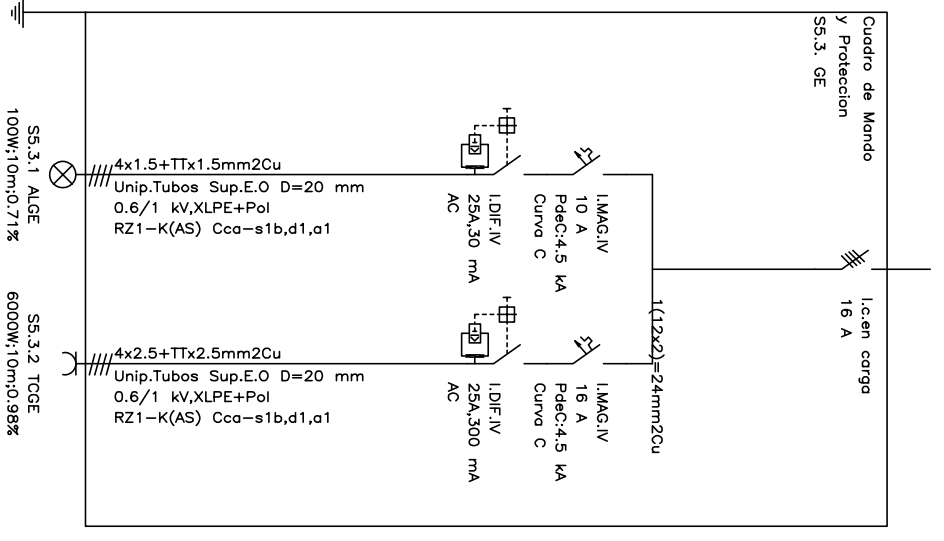
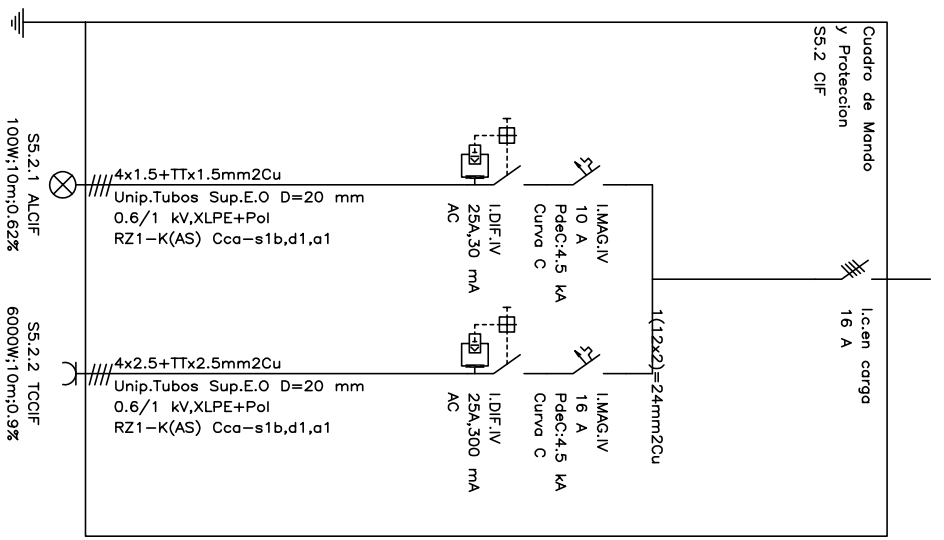
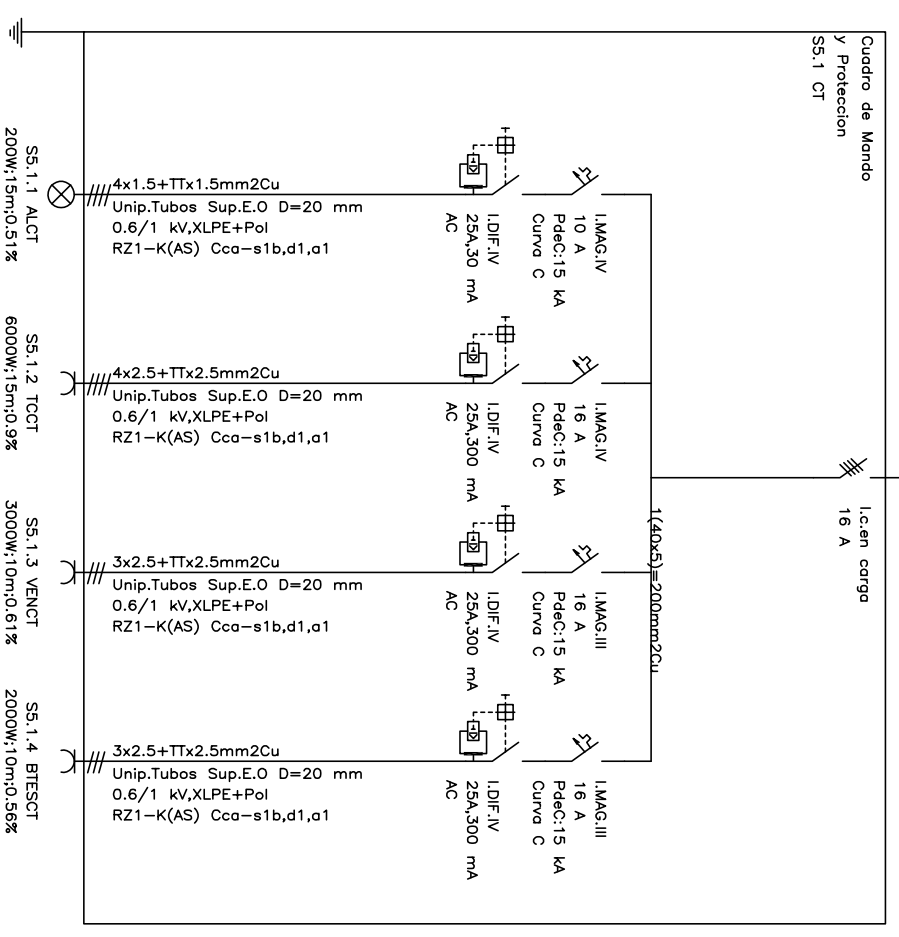
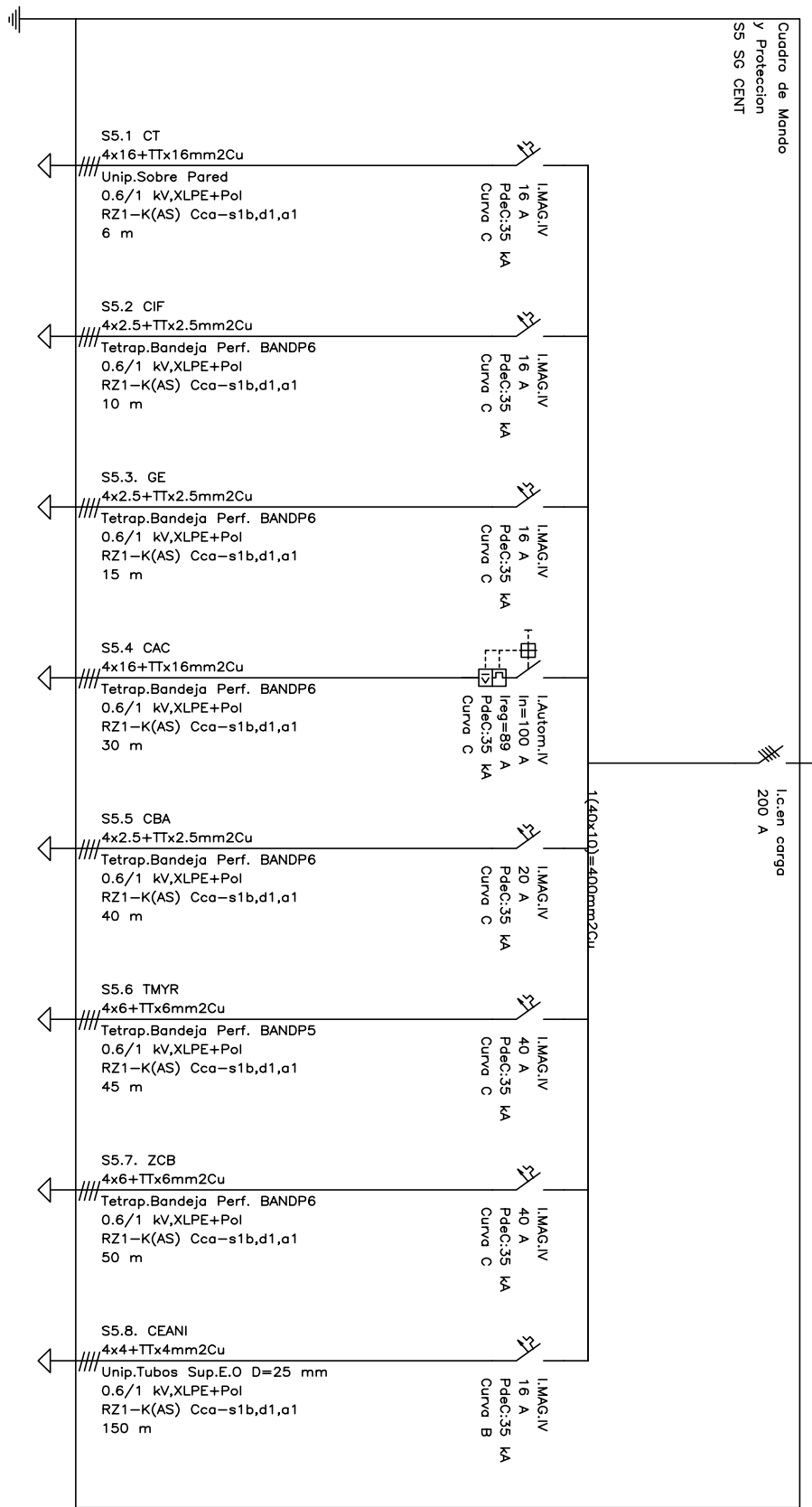
**INGENIERO INDUSTRIAL**

**17**

**ESCALA:** S/E

**FECHA:** FEBRERO - 2024

**Fdo:** Fernando González Rodríguez



**PROYECTO DE:**  
**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS**

**PROMOTOR:** UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

**PLANO Nº:** 18

**PLANO:** ESQUEMA UNIFILAR DE LOS SUBCUADROS S5,S5.1, S5.2 Y S5.3

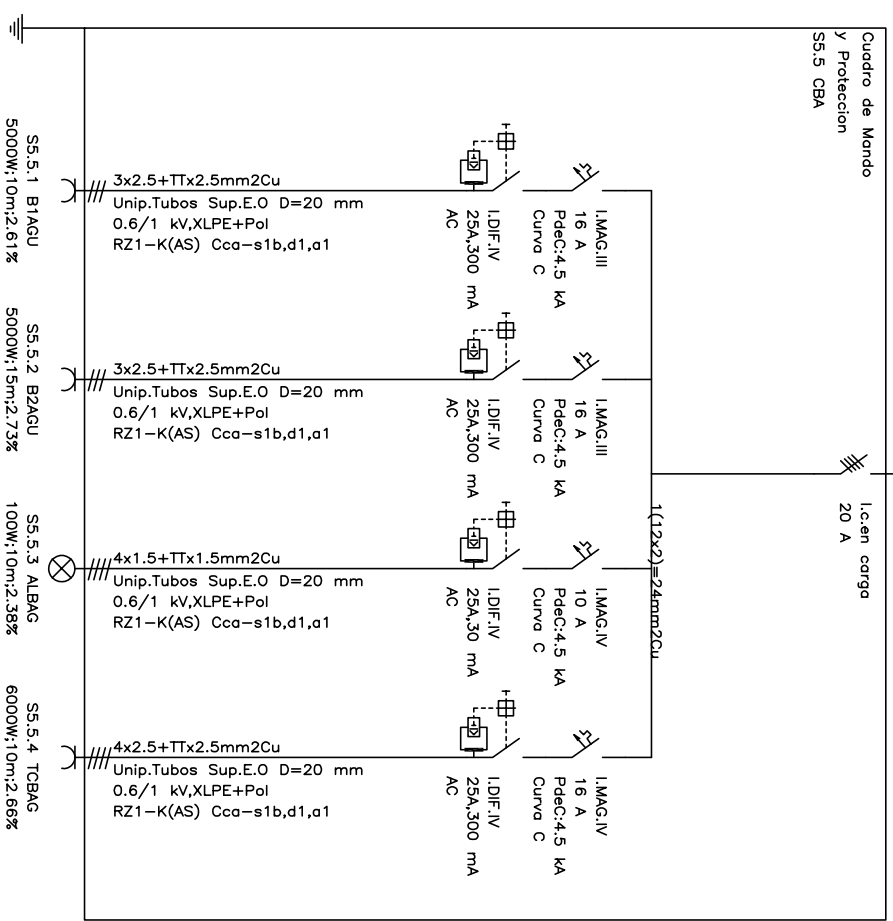
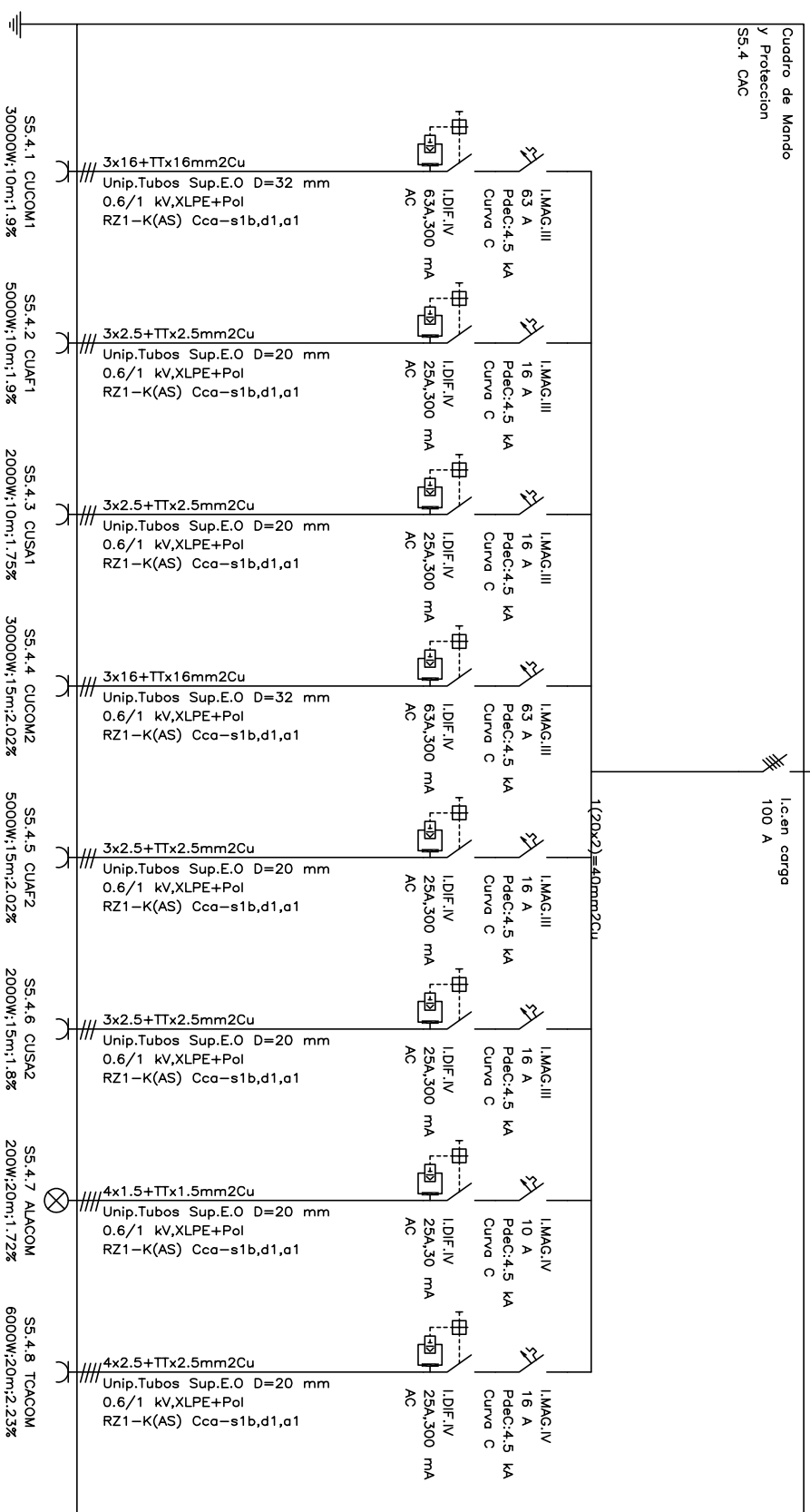
**ESCALA:** S/E

**FECHA:** FEBRERO - 2024

**INGENIERO INDUSTRIAL**

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

Fdo: Fernando González Rodríguez



PROYECTO DE:  
**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS**

PROMOTOR: **UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**



PLANO Nº: **19**

PLANO: ESQUEMA UNIFILAR DE LOS SUBCUADROS SS.4 Y SS.5

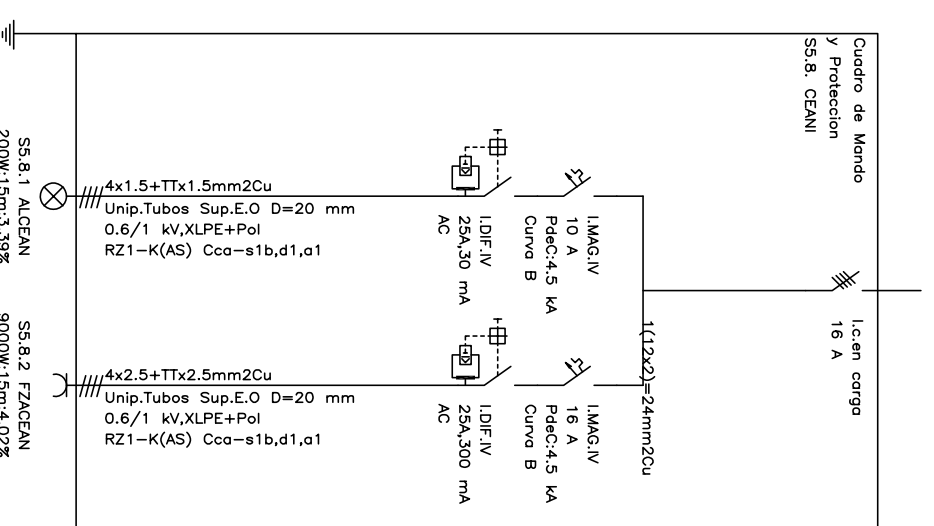
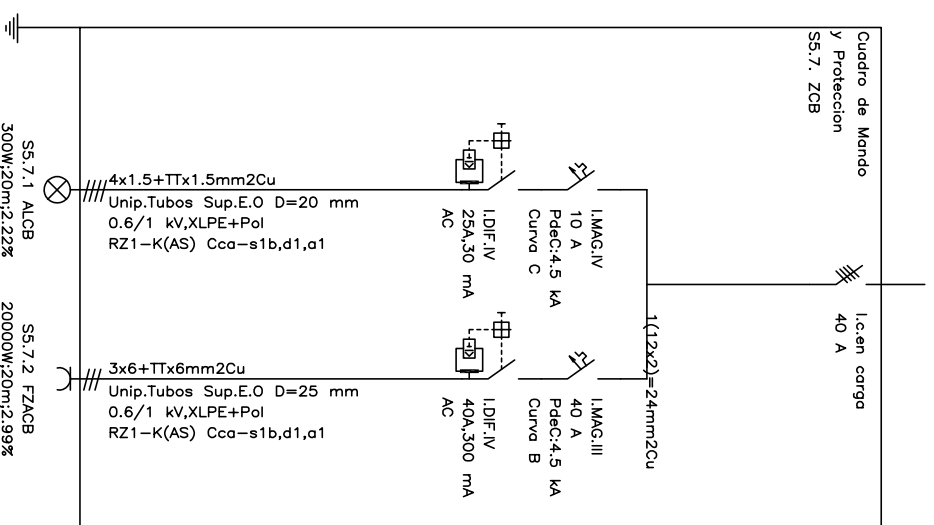
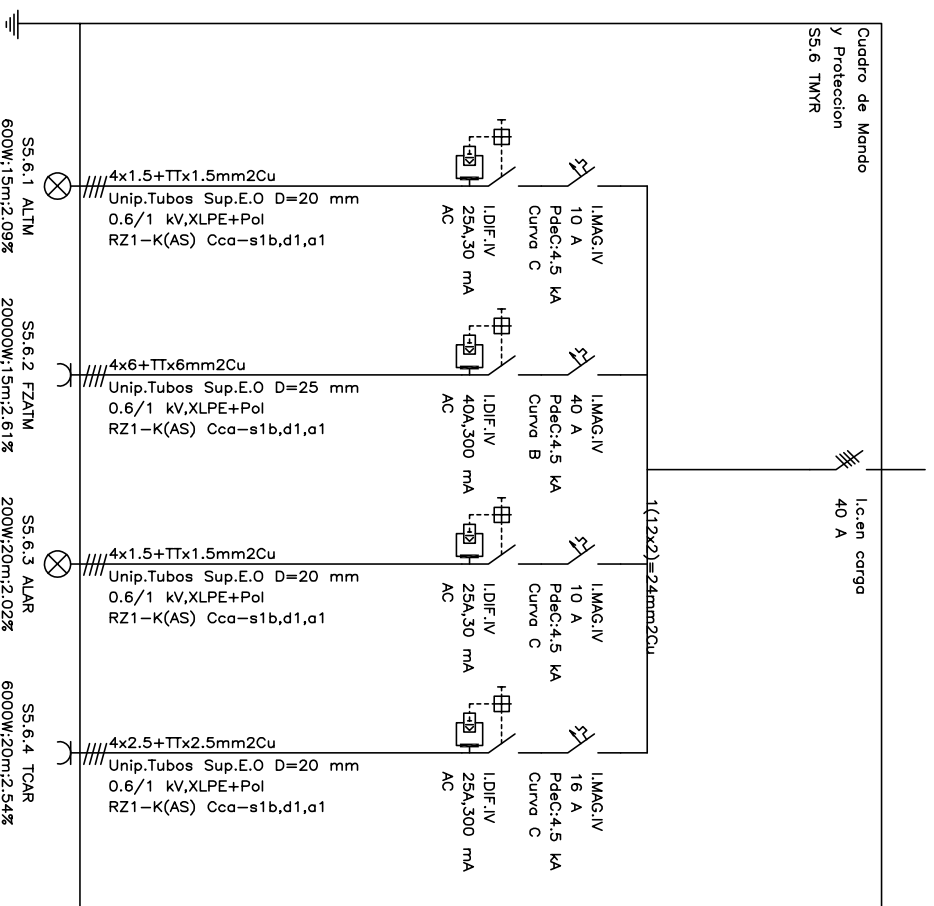
INGENIERO INDUSTRIAL

19

ESCALA: S/E

FECHA: FEBRERO - 2024

Fdo: Fernando González Rodríguez



**PROYECTO DE:**  
**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE**  
**ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS**

**PROMOTOR:** UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

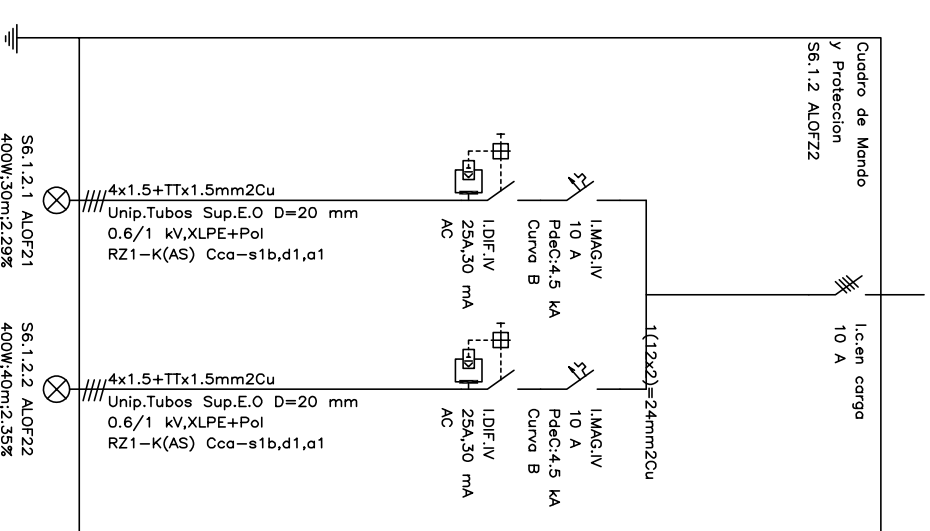
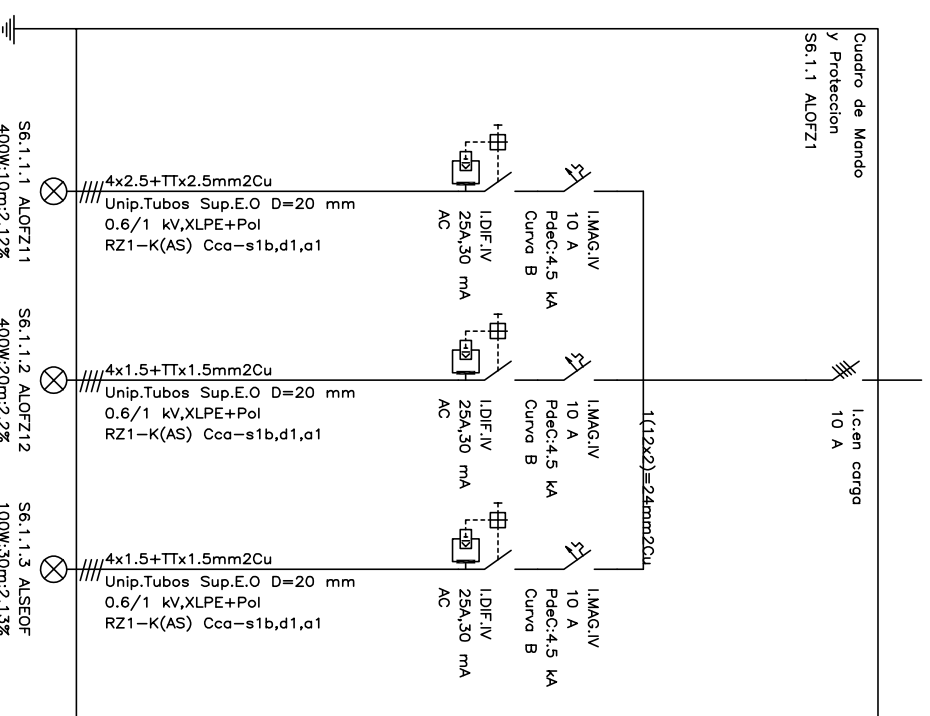
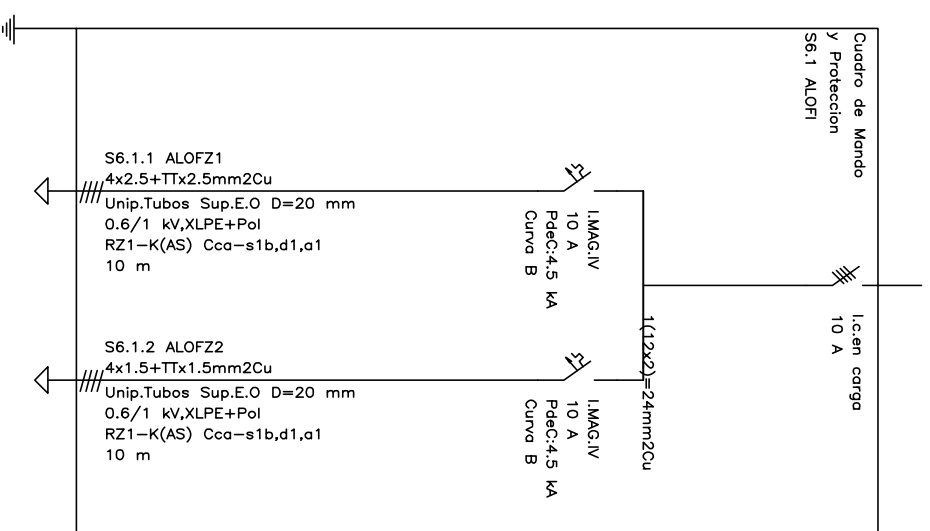
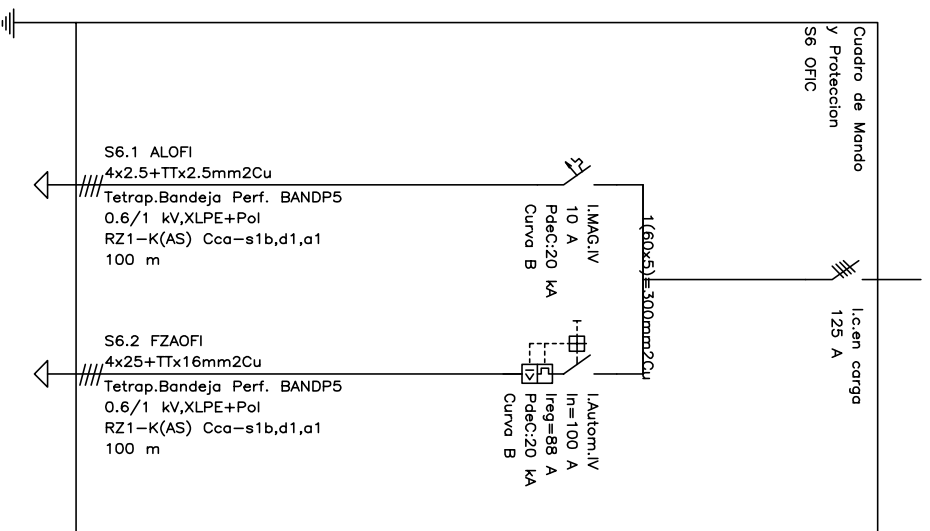
**PLANO Nº:** 20  
**PLANO:** ESQUEMA UNIFILAR DE LOS SUBCUADROS S5.6, S5.7 Y S5.8

**ESCALA:** S/E  
**FECHA:** FEBRERO - 2024



**INGENIERO INDUSTRIAL**

Fdo: Fernando González Rodríguez



**PROYECTO DE:**  
**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE**  
**ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS**

**PROMOTOR:** UNIVERSIDAD DE VALLADOLID



**PLANO Nº:** 21 **PLANO:** ESQUEMA UNIFILAR DE LOS SUBCUADROS S6, S6.1, S6.1.1 Y S6.1.2

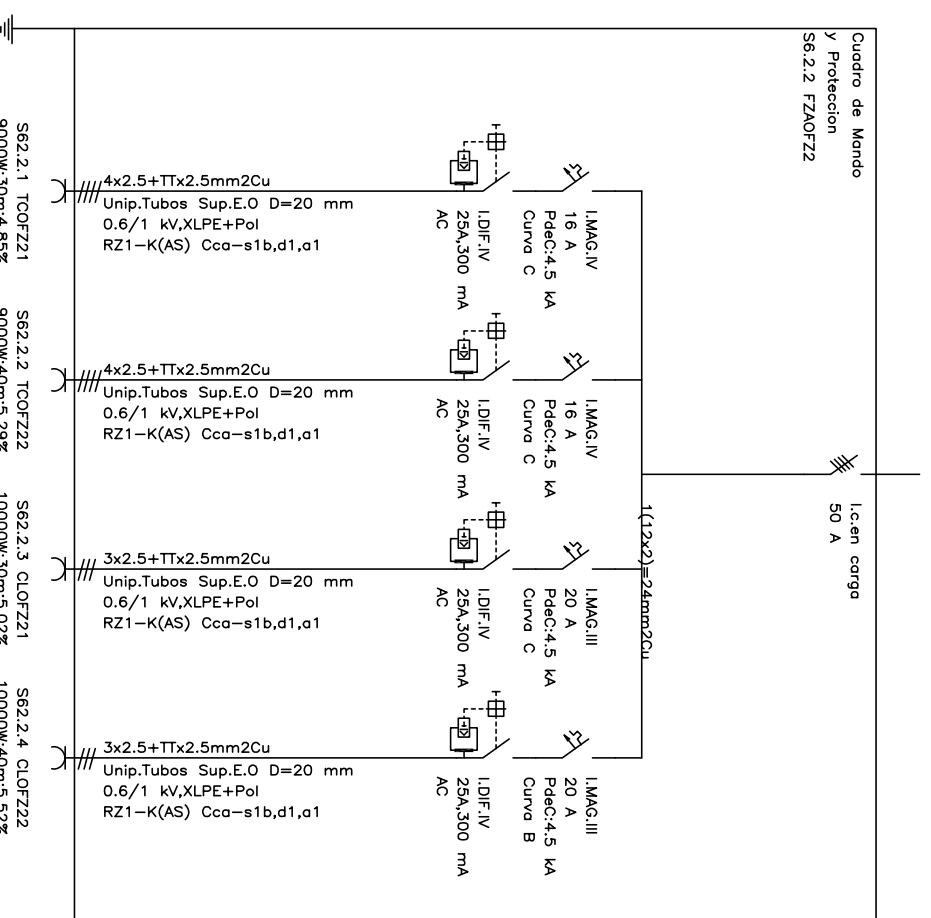
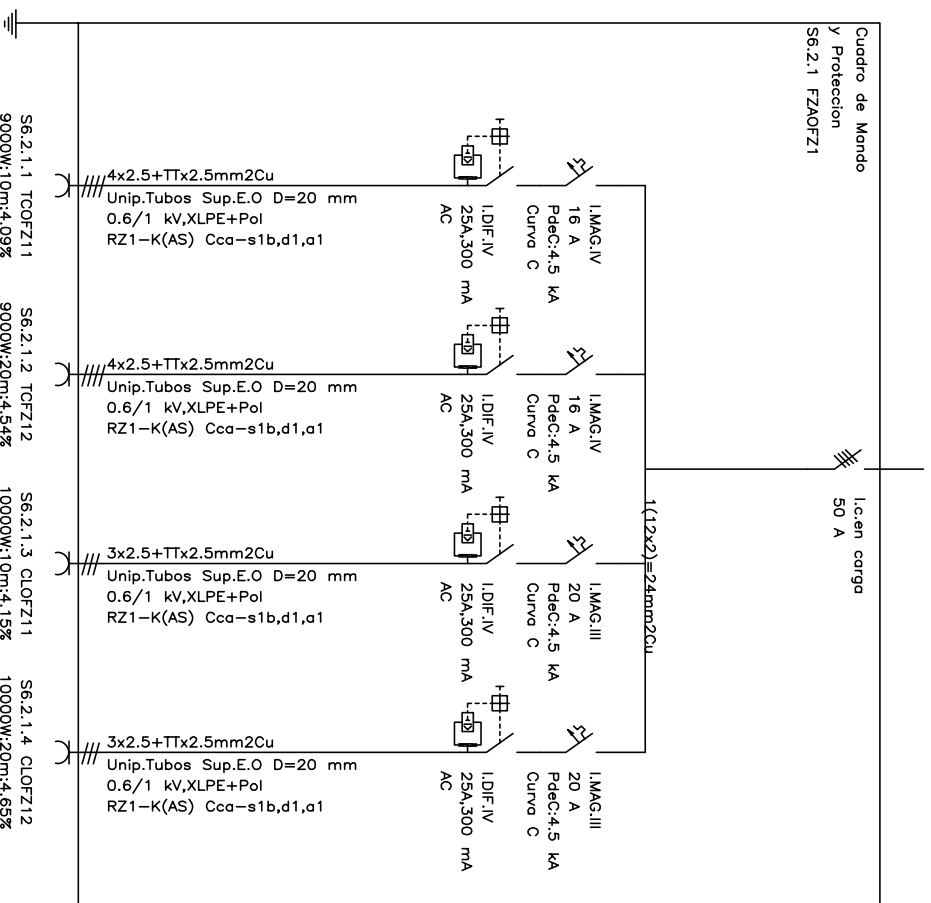
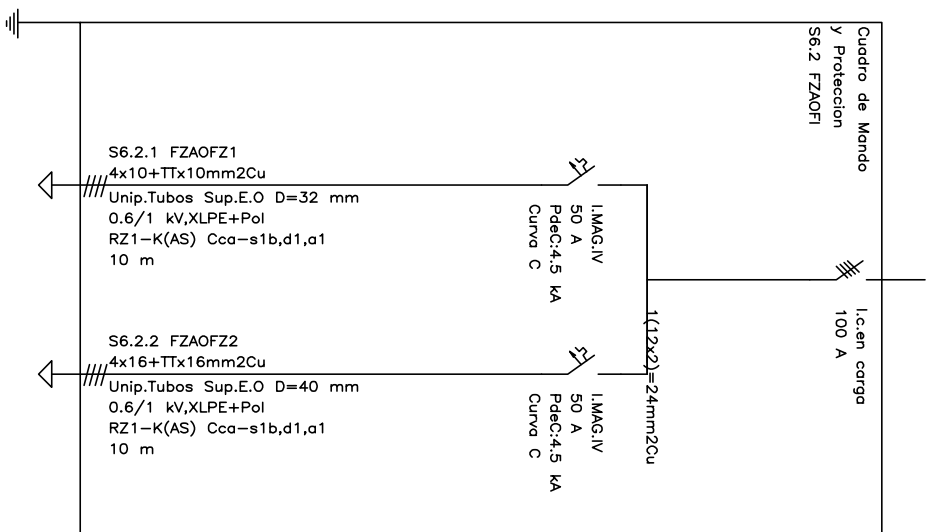
**INGENIERO INDUSTRIAL**

21

**ESCALA:** S/E

**FECHA:** FEBRERO - 2024

Fdo: Fernando González Rodríguez



**PROYECTO DE:**  
**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE**  
**ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS**

**PROMOTOR:** UNIVERSIDAD DE VALLADOLID



**PLANO Nº:** 22 **PLANO:** ESQUEMA UNIFILAR DE LOS SUBCUADROS S6.2, S6.2.1 Y S6.2.2

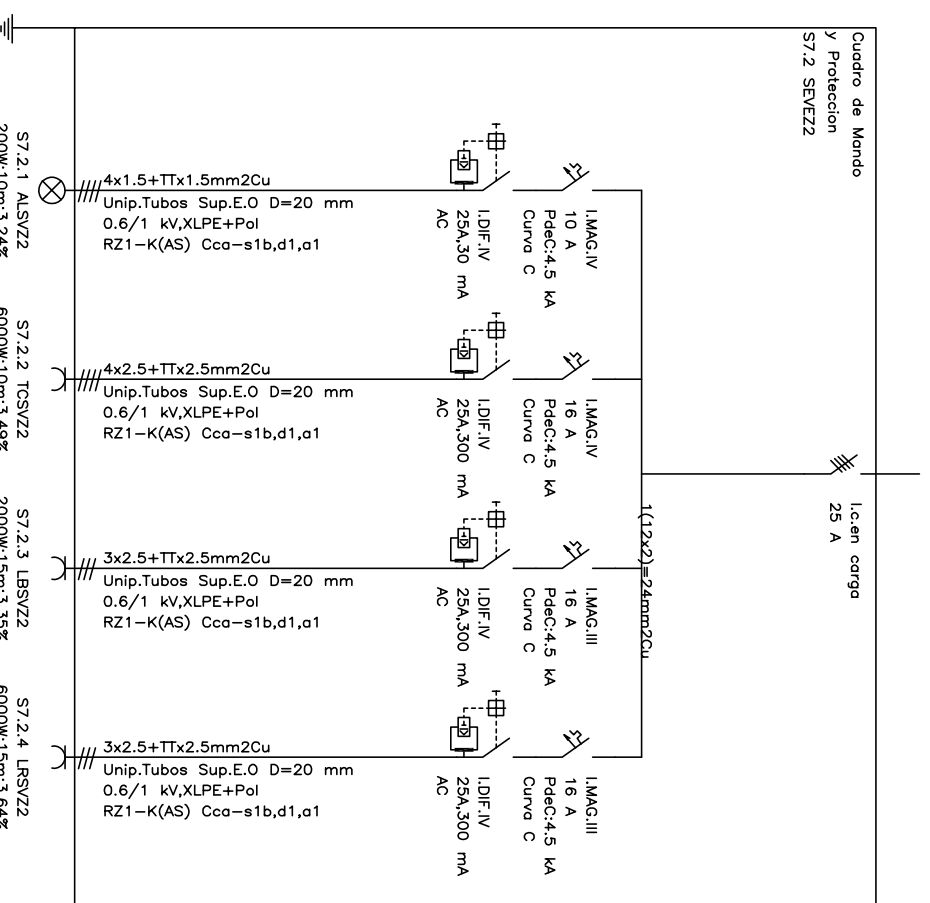
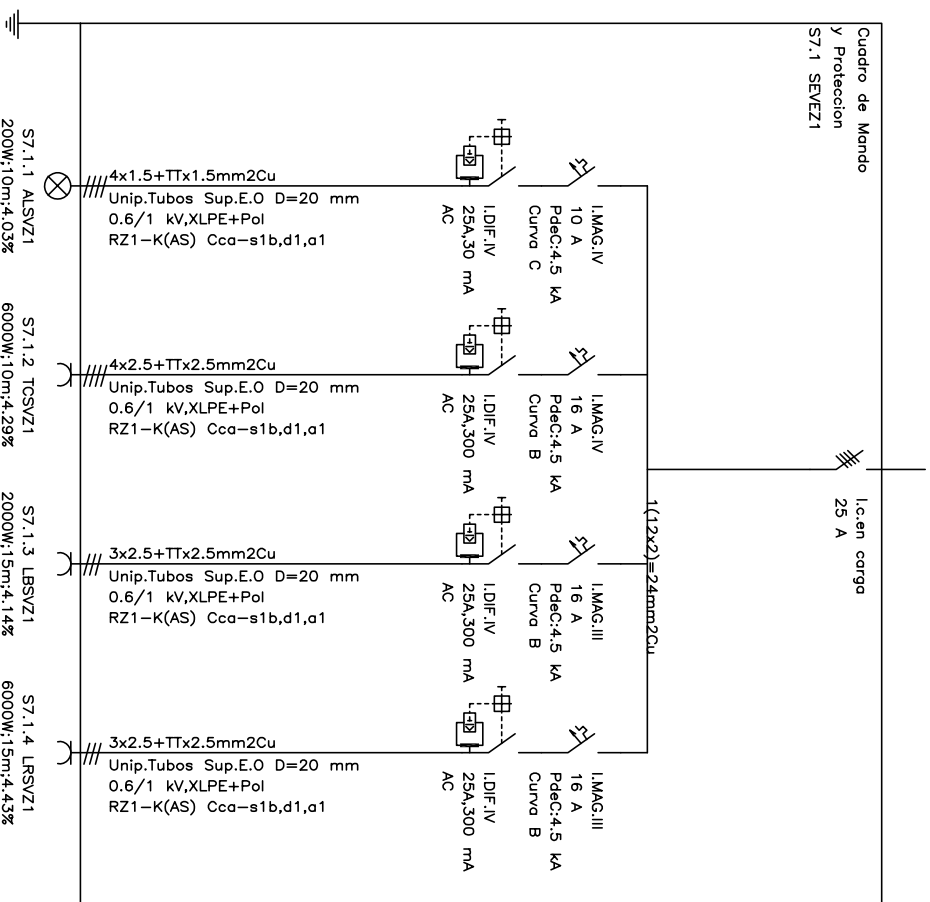
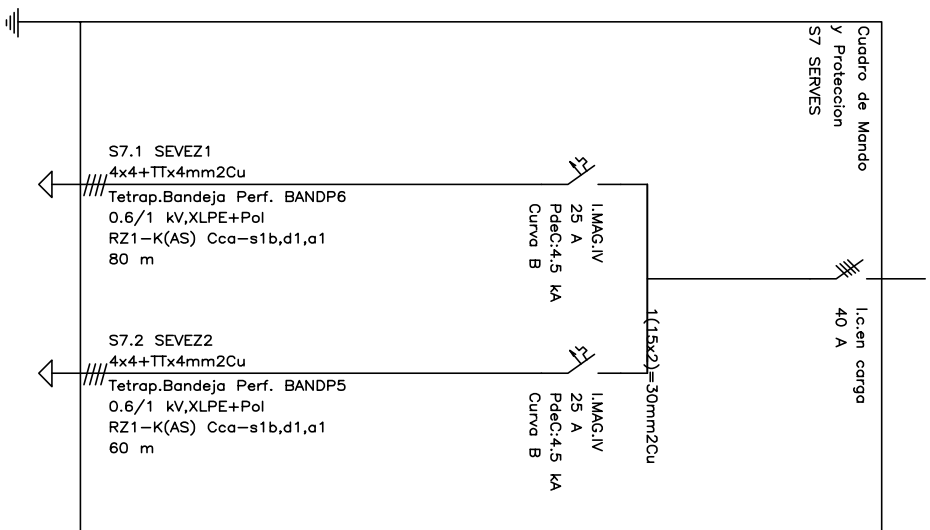
**INGENIERO INDUSTRIAL**

22

**ESCALA:** S/E

**FECHA:** FEBRERO - 2024

**Fdo:** Fernando González Rodríguez



**PROYECTO DE:**  
**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS**

**PROMOTOR:** UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

**PLANO Nº:** 23  
**PLANO:** ESQUEMA UNIFILAR DE LOS SUBCUADROS S7, S7.1 Y S7.2

**ESCALA:** S/E  
**FECHA:** FEBRERO - 2024

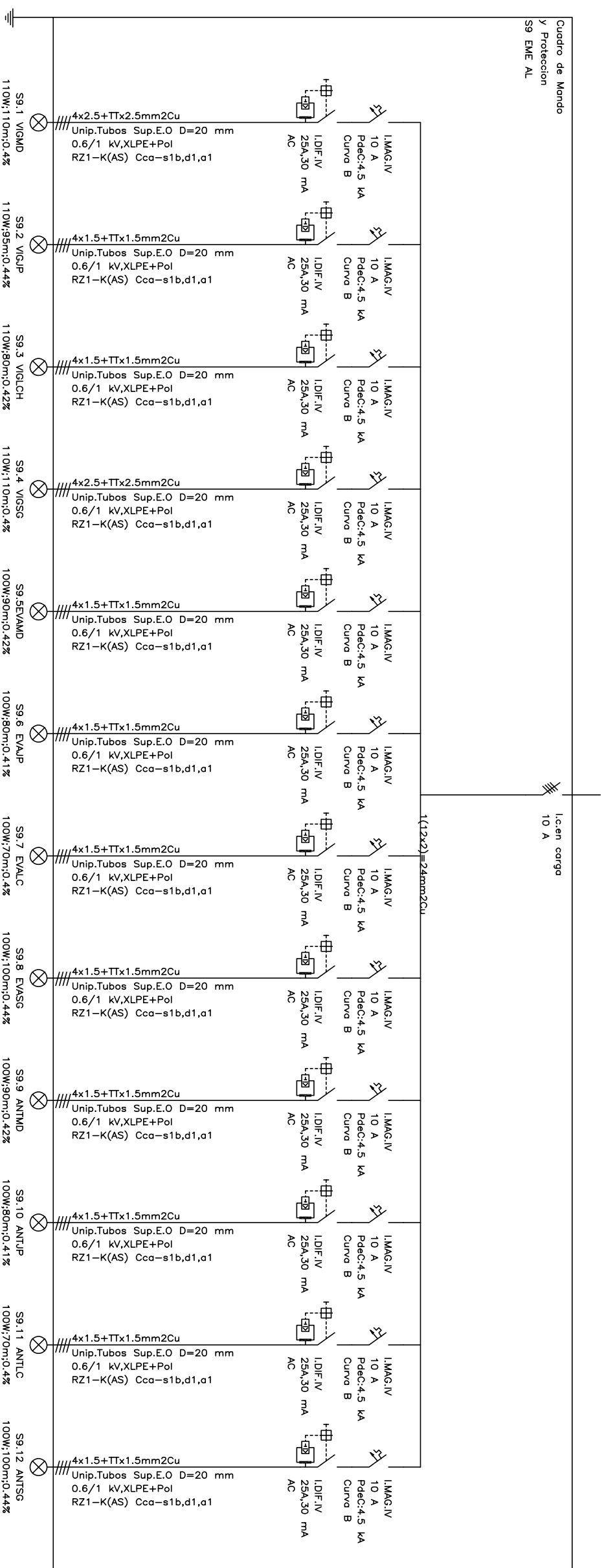


**INGENIERO INDUSTRIAL**

Fdo: Fernando González Rodríguez



Cuadro de Mando  
y Protección  
S9 EME AL



PROYECTO DE:  
**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE  
ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS**

PROMOTOR: **UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

PLANO Nº: **PLANO: ESQUEMA UNIFILAR DE LOS SUBCUADROS S9**

**24**

ESCALA: S/E

FECHA: FEBRERO - 2024

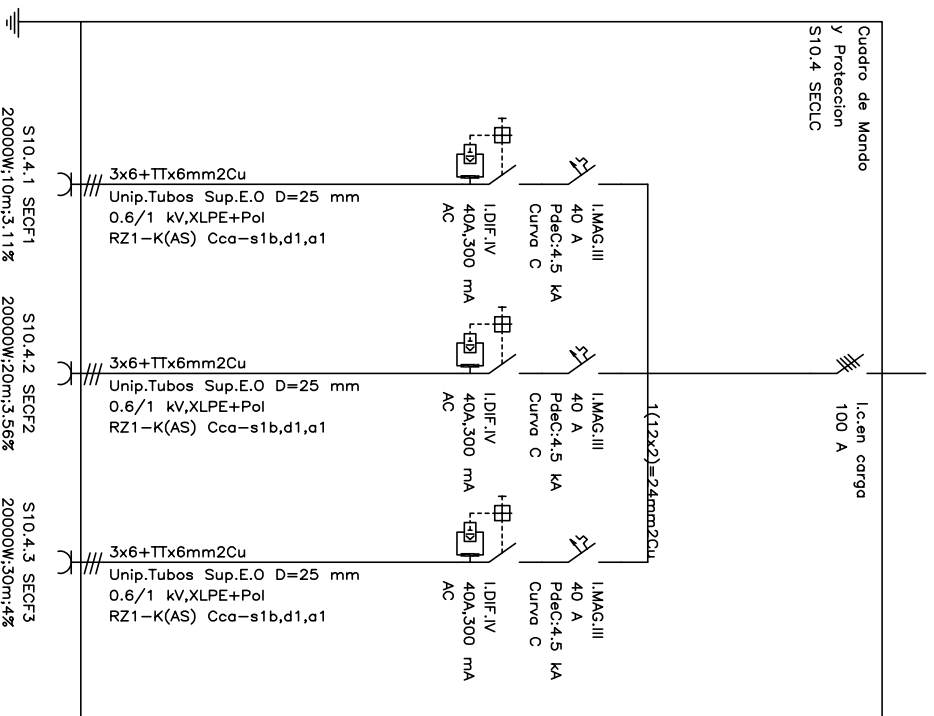
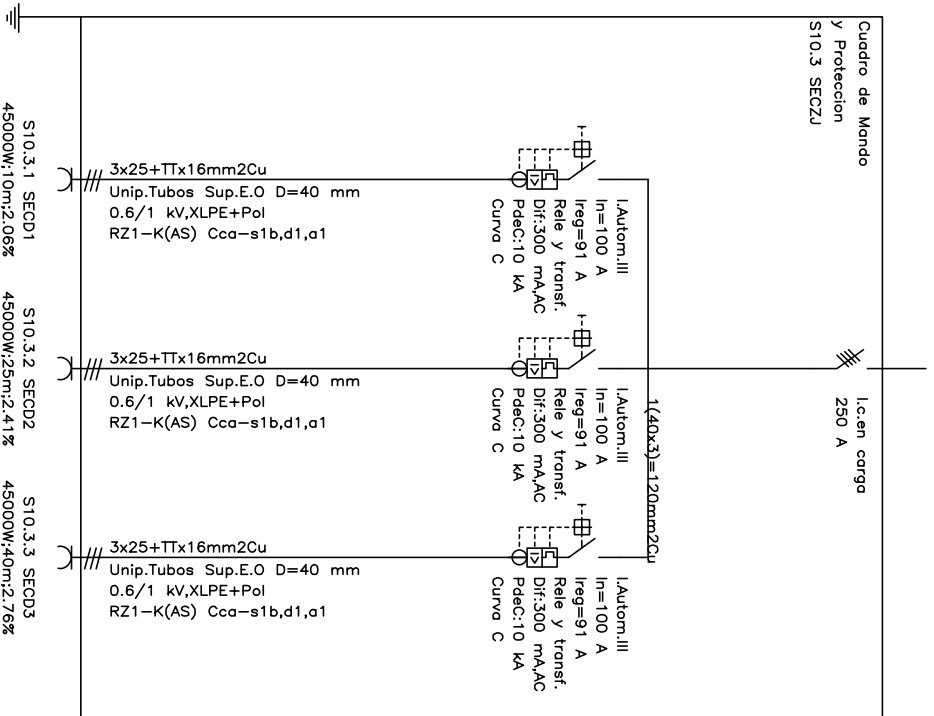
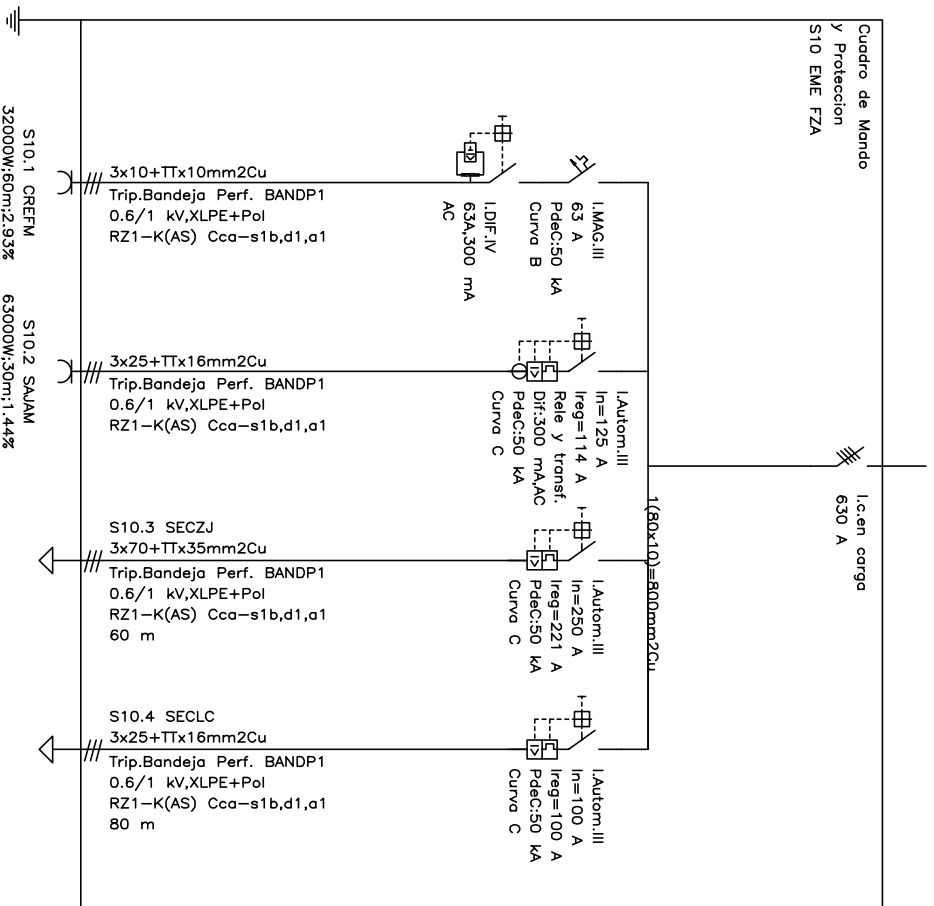


INGENIERO INDUSTRIAL

*Fernando Rodríguez*

Fdo: Fernando González Rodríguez





PROYECTO DE:  
**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS**

PROMOTOR: **UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**



PLANO Nº: **25**

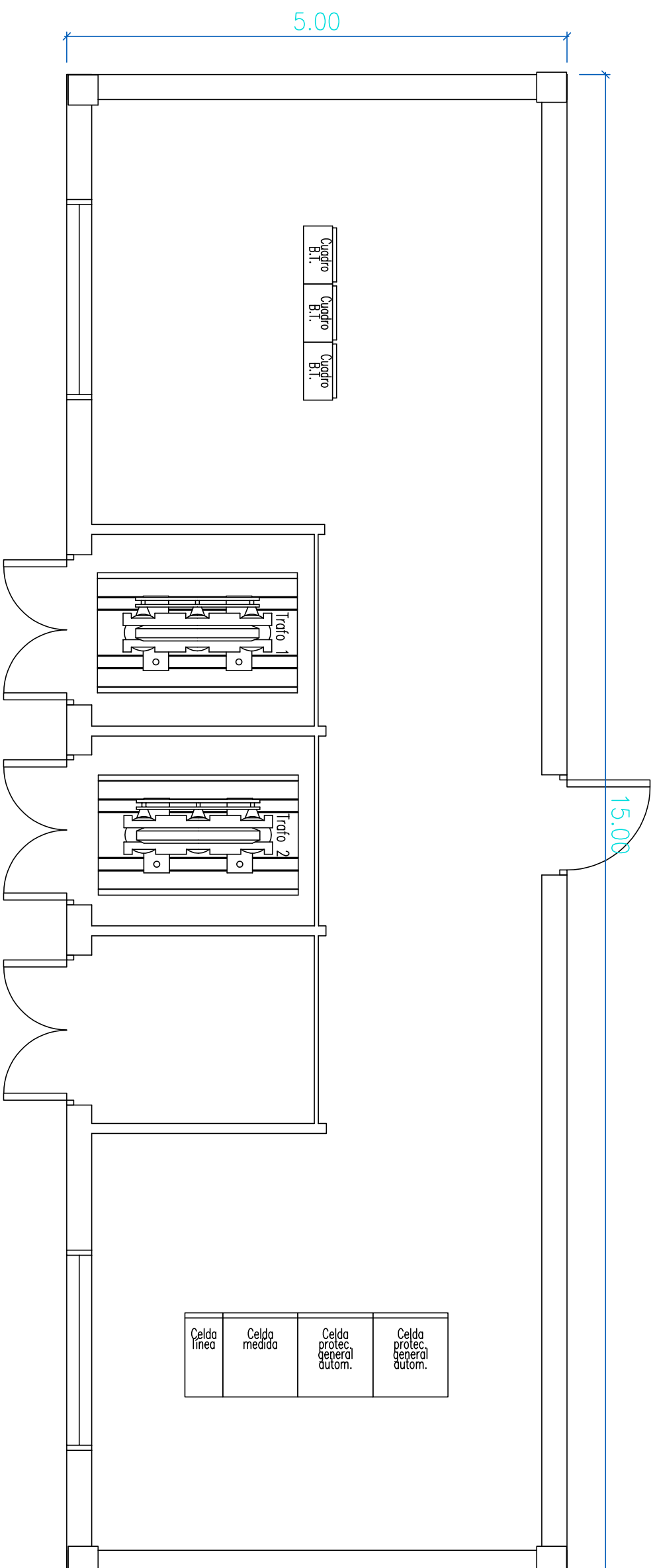
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR DE LOS SUBCUADROS S10.3 Y S10.4

INGENIERO INDUSTRIAL

ESCALA: S/E

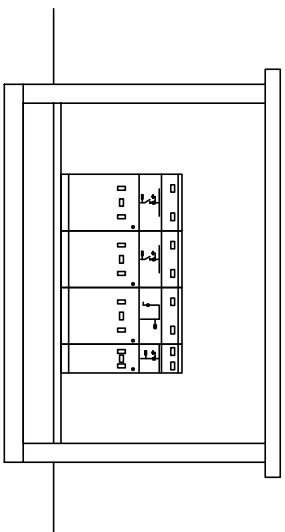
FECHA: FEBRERO - 2024

Fdo: Fernando González Rodríguez

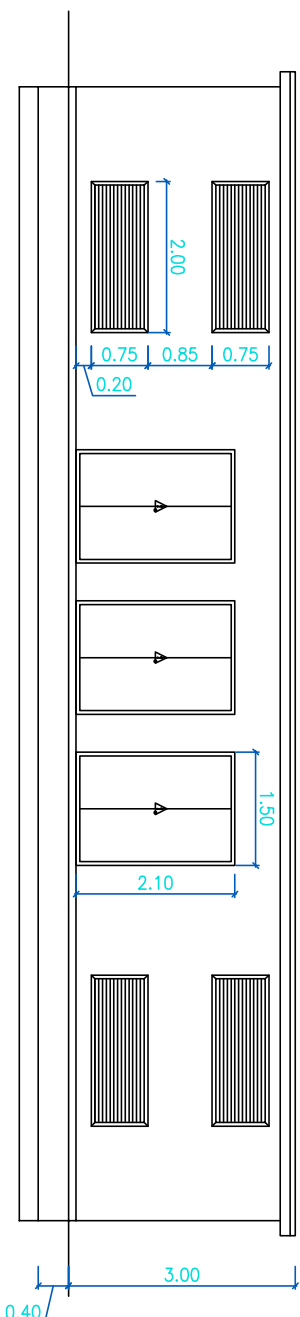


PLANTA

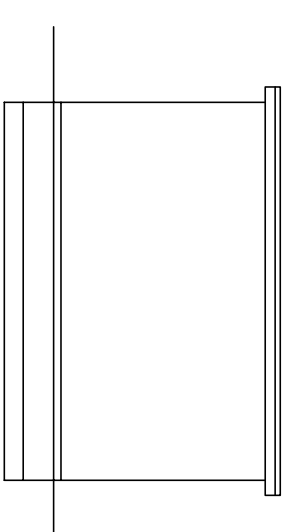
<b>PROYECTO DE:</b> <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS</b>		 <b>ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES</b>
<b>PROMOTOR:</b> UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
<b>PLANO Nº:</b> 26	<b>PLANO:</b> PLANTA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	<b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>  Fdo: Fernando González Rodríguez
<b>ESCALA:</b> 1/50	<b>FECHA:</b> FEBRERO - 2024	



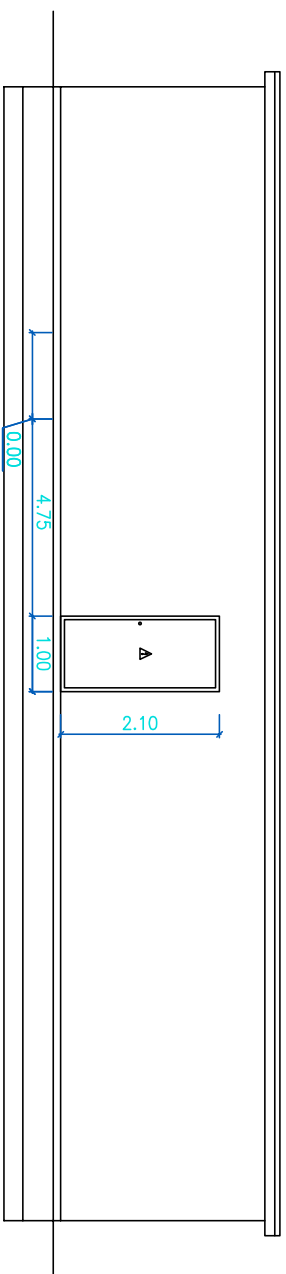
SECCIÓN TRANSVERSAL



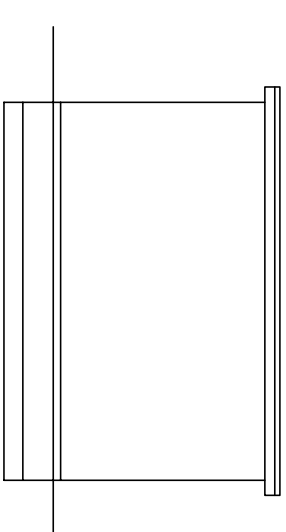
ALZADO FRONTAL



ALZADO LATERAL DERECHO



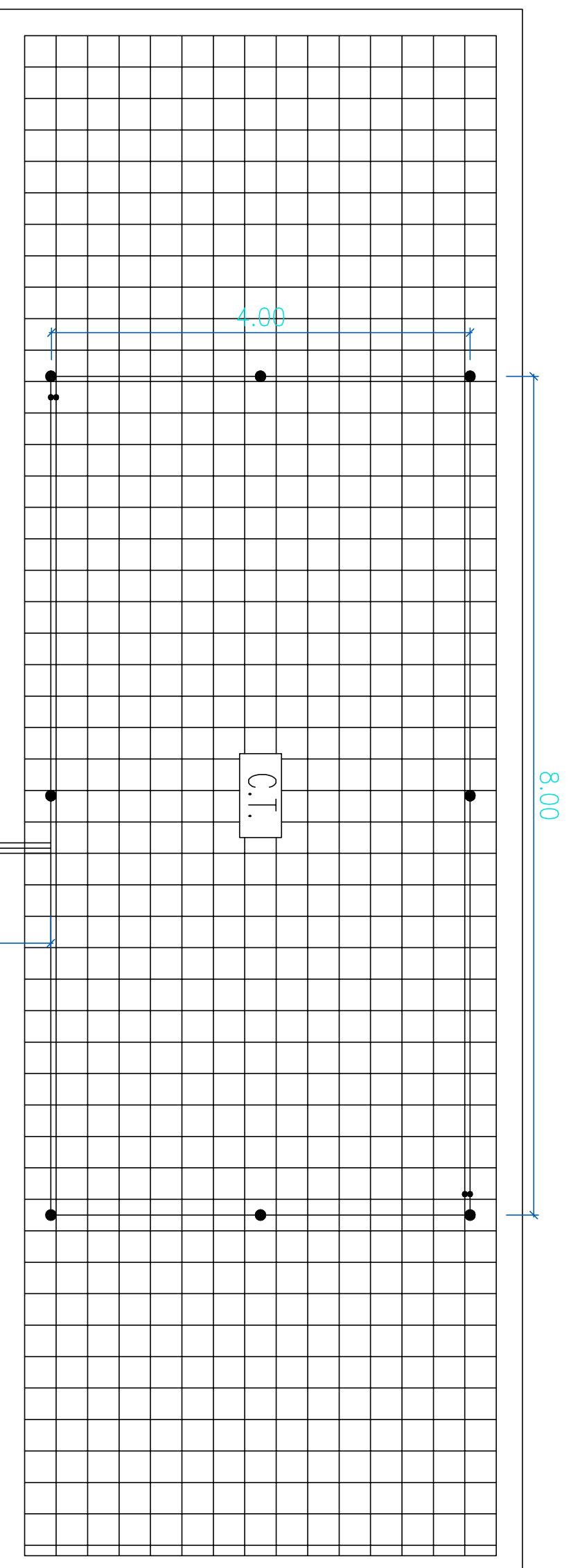
ALZADO POSTERIOR



ALZADO LATERAL IZQUIERDO

<b>PROYECTO DE:</b> <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS</b>		 <b>ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES</b>
<b>PROMOTOR:</b> UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
<b>PLANO Nº:</b> 27	<b>PLANO:</b> ALZADOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	<b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>  <b>Fdo: Fernando González Rodríguez</b>
<b>ESCALA:</b> 1/100	<b>FECHA:</b> FEBRERO - 2024	

# PUESTAS A TIERRA



PROYECTO DE:

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS**

PROMOTOR: UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



PLANO Nº: PLANO: RED DE TIERRAS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

INGENIERO INDUSTRIAL

28

ESCALA: 1/50

FECHA: FEBRERO - 2024

Fdo: Fernando González Rodríguez

# Red Media Tensión

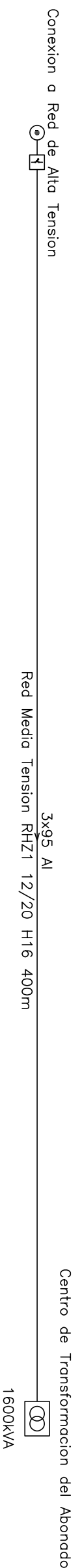
## PLANTA

Tension(V): Trif. 13200

Cos fi: 0,8

Coef.simultaneidad: 1

Conexion a Red AT  Centro de Transformacion



Linea	Canalizacion	Design:UNE	Polaridad	Fus:In(A)	I.Aut:In/IReg(A)	I.Secc:In/Iter/I Fus	PdeCorte	Autov.In(KA)	Autov.Un(KV)
MT	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.		400/130		12,5		

PROYECTO DE: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS</b>		ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES	
PROMOTOR: UNIVERSIDAD DE VALLADOLID			
PLANO Nº: <b>29</b>	PLANO: PLANTA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN	INGENIERO INDUSTRIAL	
ESCALA: 1/1000	FECHA: FEBRERO - 2024	Fdo: Fernando González Rodríguez	