

MEMORIA



**Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza**

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN COMPLEJO DE NAVES INDUSTRIALES

VÍCTOR JOSÉ SENDINO GARCÍA

INDICE

| | |
|---|----|
| 1. RESUMEN | 11 |
| CAPITULO 1 : INTRODUCCION | 11 |
| 1.1 ANTECEDENTES. | 11 |
| 1.2. OBJETO. | 11 |
| CAPITULO 2 : NORMATIVAS | 12 |
| 2.1 NORMATIVA DEL CT | 12 |
| 2.2 NORMATIVA DE LA INSTALACION EN BT | 13 |
| CAPITULO 3 : INSTALACION EN MT | 15 |
| 3.1 OBJETIVO | 15 |
| 3.2 CARACTERISTICAS GENERALES | 15 |
| 3.3 PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA. | 15 |
| 3.4 DESCRIPCION DE LA INSTALACION | 15 |
| 3.5 INSTALACION ELECTRICA | 19 |
| 3.5.1 Características de la red de alimentación | 19 |
| 3.5.2 Características de aparamenta de MT | 19 |
| 3.5.3 Características de aparamenta de BT | 24 |
| 3.5.4 Características descriptivas celdas y trafos de media tensión | 24 |
| 3.5.5 Características descriptivas cuadros BT | 28 |
| 3.5.6 Características material vario MT y BT | 29 |
| 3.6 MEDIDA DE ENERGIA ELECTRICA. | 30 |
| 3.7 PUESTA A TIERRA | 30 |
| 3.7.1 Tierra de protección | 30 |
| 3.7.2 Tierra de servicio | 30 |

Instalación eléctrica de de naves industriales

| | |
|--|-----------|
| 3.8 INSTALACIONES SECUNDARIAS. | 30 |
| 3.9 CONCLUSION. | 31 |
| CAPITULO 4 : INSTALACION ELECTRCA EN BT | 32 |
| 4.1 OBJETO DEL PROYECTO | 32 |
| 4.2 ACOMETIDA. | 32 |
| 4.3. INSTALACIONES DE ENLACE. | 33 |
| 4.3.1. Caja de protección y medida | 33 |
| 4.3.2. Derivación individual | 33 |
| 4.3.3. Dispositivos generales e individuales de mando y protección | 34 |
| 4.4. INSTALACIONES INTERIORES. | 35 |
| 4.4.1. Conductores | 35 |
| 4.4.2. Identificación de los conductores | 36 |
| 4.4.3. Subdivisión de las instalaciones | 36 |
| 4.4.4. Equilibrado de cargas | 36 |
| 4.4.5 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica | 36 |
| 4.4.6. Conexiones | 37 |
| 4.4.7. Sistemas de instalación | 37 |
| 4.5. PROTECCION CONTRA SOBREINTENSIDADES. | 42 |
| 4.6. PROTECCION CONTRA SOBRETENSIONES. | 43 |
| 4.6.1 Categorías de las sobretensiones. | 43 |
| 4.6.2 Medidas para el control de las sobretensiones | 44 |
| 4.6.3. Selección de los materiales de la instalación | 44 |
| 4.7 PROTECCION CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS. | 44 |
| 4.7.1 Protección contra contactos directos | 44 |
| 4.7.2 Protección contra contactos indirectos | 45 |
| 4.8 PUESTAS A TIERRA. | 46 |

Instalación eléctrica de de naves industriales

| | |
|--|-----------|
| 4.9 RECEPTORES DE ALUMBRADO | 49 |
| 4.10 RECEPTORES A MOTOR. | 50 |
| 4.11 CONCLUSION. | 51 |
| CAPITULO 5 : INSTALACION CONTRA INCENDIOS | 52 |
| 5.1 OBJETIVO | 52 |
| 5.2 DETECCION DE INCENDIOS | 52 |
| 5.2.1 Central detección incendios | 52 |
| 5.2.2 Sensores termovelocimétricos | 53 |
| 5.2.3 Sensores ópticos | 53 |
| 5.2.4 Sensores de alta temperatura | 53 |
| 5.2.5 Pulsadores | 53 |
| 5.2.6 Dispositivos óptico-acústicos | 54 |
| 5.2.7 Cableado | 54 |
| 5.2.8 Mantenimiento | 54 |
| 5.3 EXTINCION DE INCENDIOS | 54 |
| 5.3.1 Extintores manuales | 54 |
| 5.3.2 Bocas de incendio equipadas | 54 |
| 5.3.3 Mantenimiento | 56 |
| 5.3.4 Señalización | 56 |
| 5.4 EVACUACION | 56 |
| 5.4.1 Sectores de incendios | 57 |
| 5.4.2 Salidas de emergencia | 57 |
| 5.4.3 Vías de evacuación en planta alta | 57 |
| 5.4.4 Vías de evacuación en planta baja | 58 |
| 5.4.5 Señalización de medios de evacuación | 59 |
| 5.5 CALCULO DE PERDIDAS EN LOS BIES | 60 |

| | |
|----------------|----|
| 5.6 CONCLUSION | 61 |
|----------------|----|

ANEXO 1: CALCULOS JUSTIFICATIVOS MT

| | |
|---|----|
| 1. INTENSIDAD EN MEDIA TENSION | 62 |
| 2. INTENSIDAD EN BAJA TENSION | 62 |
| 3. CORTOCIRCUITOS | 63 |
| 3.1 OBSERVACIONES | 63 |
| 3.2 CALCULOS DE CORRIENTE DE CORTOCIRCUITOS | 63 |
| 3.3 CORTOCIRCUITO EN LADO DE MEDIA TENSION | 64 |
| 3.4 CORTOCIRCUITO EN LADO DE BAJA TENSION | 64 |
| 4. DIMENSIONES DEL EMBARRADO. | 64 |
| 4.1 COMPROBACION POR DENSIDAD DE CORRIENTE | 64 |
| 4.2 COMPROBACION POR SOLICITACION ELECTRODINAMICA | 64 |
| 4.3 COMPROBACION POR SOLICITACION TERMICA | 64 |
| 5. PROTECCION CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS. | 65 |
| 6. DIMENSIONANDO DE LOS PUENTES DE MT | 65 |
| 7. DIMENSIONADO DE LA VENTILACION DEL CT | 66 |
| 8. DIMENSIONANDO DEL POZO APAGAFUEGOS | 66 |
| 9. CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA | 66 |
| 9.1 INVESTIGACION CARACTERISTICAS DEL SUELO | 66 |
| 9.2 DETERMINACION CORRIENTES MAXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y TIEMPO MAXIMO A LA ELIMINACION DEL DEFECTO. | 67 |
| 9.3 DISEÑO PRELIMINAR DE INSTALACION A TIERRA | 67 |
| 9.4 CALCULO RESISTENCIA SISTEMA DE TIERRAS | 67 |
| 9.5 CALCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN INTERIOR DE INSTALACION | 70 |
| 9.6 CALCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EXTERIOR DE INSTALACION | 71 |
| 9.7 CALCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS | 72 |

Instalación eléctrica de de naves industriales

| | |
|--|----|
| 9.8 INVESTIGACION DE TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR | 73 |
| 9.9 CORRECCION Y AJUSTE DISEÑO INICIAL. | 75 |

ANEXO 2 : CALCULOS JUSTIFICATIVOS BT

| | |
|--|----|
| 1. FORMULAS. | 76 |
| 2. CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN. | 78 |
| 2.1 DEMANDA DE POTENCIAS. | 78 |
| 2.2 CALCULO DE LA LINEA GENERAL DE ALIMENTACION. | 79 |
| 2.3 CALCULO DE LA DERIVACION INDIVIDUAL. | 80 |
| 2.4 CALCULO DE LA LINEA: AL1 | 80 |
| 2.4.1 Cálculo de la línea: APG1 | 81 |
| 2.4.2 Cálculo de la línea: APG2 | 81 |
| 2.4.3 Cálculo de la línea: AE1 | 82 |
| 2.5 CALCULO DE LA LINEA: AL2 | 82 |
| 2.5.1 Cálculo de la línea: AFG1 | 83 |
| 2.5.2 Cálculo de la línea: AFG2 | 83 |
| 2.5.3 Cálculo de la línea: AE2 | 84 |
| 2.6 CALCULO DE LA LINEA: AL3 | 84 |
| 2.6.1 Cálculo de la línea: AEF | 85 |
| 2.6.2 Cálculo de la línea: AEP | 85 |
| 2.6.3 Cálculo de la línea: AEL | 86 |
| 2.7 CALCULO DE LA LINEA: AL4 | 86 |
| 2.7.1 Cálculo de la línea: A1 | 87 |
| 2.7.2 Cálculo de la línea: AE3 | 87 |
| 2.8 CALCULO DE LA LINEA: AL5 | 88 |
| 2.8.1 Cálculo de la línea: AV | 88 |

Instalación eléctrica de de naves industriales

| | |
|------------------------------------|-----|
| 2.8.2 Cálculo de la línea: AE4 | 89 |
| 2.8.3 Cálculo de la línea: T1 | 89 |
| 2.9 CALCULO DE LA LINEA: SPA | 90 |
| 2.9.1 Demanda de potencias. | 90 |
| 2.9.2 Cálculo de la línea: L1SPA | 91 |
| 2.9.2.1 Cálculo de la línea: AEP1 | 91 |
| 2.9.2.2 Cálculo de la línea: AEP2 | 92 |
| 2.9.2.3 Cálculo de la línea: AE5 | 92 |
| 2.9.3 Cálculo de la línea: L2SPA | 93 |
| 2.9.3.1 Cálculo de la línea: AOL | 93 |
| 2.9.3.2 Cálculo de la línea: AE6 | 94 |
| 2.9.4 Cálculo de la línea: L3SPA | 94 |
| 2.9.4.1 Cálculo de la línea: TCN1 | 95 |
| 2.9.4.2 Cálculo de la línea: TCN2 | 95 |
| 2.9.5 Cálculo de la línea: L4SPA | 96 |
| 2.9.5.1 Cálculo de la línea: TCS1 | 96 |
| 2.9.5.2 Cálculo de la línea: TCS2 | 97 |
| 2.9.6 Cálculo de la línea: CDI | 97 |
| 2.10 CALCULO DE LA LINEA: SSC | 99 |
| 2.10.1 Demanda de potencias. | 99 |
| 2.10.2 Cálculo de la línea: L1SSC | 100 |
| 2.10.2.1 Cálculo de la línea: ASC | 100 |
| 2.10.2.2 Cálculo de la línea: AESC | 101 |
| 2.10.3 Cálculo de la línea: TCSC | 101 |
| 2.10.4 Cálculo de la línea: CI | 102 |
| 2.10.5 Cálculo de la línea: BACS | 102 |

Instalación eléctrica de de naves industriales

| | |
|-----------------------------------|-----|
| 2.10.6 Cálculo de la línea: CC | 103 |
| 2.11 CALCULO DE LA LINEA: STC1 | 104 |
| 2.11.1 Demanda de potencias. | 105 |
| 2.11.2 Cálculo de la línea: TC1.1 | 105 |
| 2.11.3 Cálculo de la línea: TC1.2 | 106 |
| 2.11.4 Cálculo de la línea: TC1.3 | 106 |
| 2.12 CALCULO DE LA LINEA: STC2 | 107 |
| 2.12.1 Demanda de potencias. | 108 |
| 2.12.2 Cálculo de la línea: TC2.1 | 108 |
| 2.12.3 Cálculo de la línea: TC2.2 | 109 |
| 2.12.4 Cálculo de la línea: TC2.3 | 109 |
| 3. RESULTADO EN TABLAS. | 112 |
| 4. CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA. | 118 |

ANEXO 3: SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD EN EL TRABAJO

| | |
|---|-----|
| ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD DEL CT | 119 |
| 1. OBJETO | 119 |
| 2. CARACTERISTICAS DE LA OBRA | 119 |
| 2.1 SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA | 119 |
| 2.2 SUMINISTRO DE AGUA POTABLE | 119 |
| 2.3 VERTIDO DE AGUAS SUCIAS, SERVICIOS HIGIENICOS | 119 |
| 2.4 INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS | 120 |
| 3. MEMORIA | 120 |
| 3.1 OBRA CIVIL | 120 |
| 3.2 MONTAJE. | 122 |

Instalación eléctrica de de naves industriales

| | |
|---|-----|
| 4. ASPECTOS GENERALES | 124 |
| 5. NORMATIVA APLICABLE | 124 |
| 5.1 NORMAS OFICIALES | 124 |
| ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD DE BT | 126 |
| 1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES. | 126 |
| 1.1. INTRODUCCION. | 126 |
| 1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES. | 126 |
| 1.2.1 Derecho a la protección frente a los riesgos laborales. | 126 |
| 1.2.2 Principios de la acción preventiva. | 126 |
| 1.2.3 Evaluación de los riesgos. | 127 |
| 1.2.4 Equipos de trabajo y medios de protección. | 128 |
| 1.2.5 Información, consulta y participación de los trabajadores. | 128 |
| 1.2.6 Formación de los trabajadores. | 128 |
| 1.2.7 Medidas de emergencia. | 128 |
| 1.2.8 Riesgo grave e inminente. | 129 |
| 1.2.9 Vigilancia de la salud. | 129 |
| 1.2.10 Documentación. | 129 |
| 1.2.11 Coordinación de actividades empresariales. | 129 |
| 1.2.12 Protección de trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos. | 129 |
| 1.2.13 Protección de la maternidad. | 129 |
| 1.2.14 Protección de los menores. | 130 |
| 1.2.15 Relaciones de trabajo temporales, de duración determinada y en empresas de trabajo temporal. | 130 |
| 1.2.16 Obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos. | 130 |
| 1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN. | 130 |
| 1.3.1 Protección y prevención de riesgos profesionales. | 130 |
| 1.3.2 Servicios de prevención. | 131 |

Instalación eléctrica de de naves industriales

| | |
|---|-----|
| 1.4. CONSULTA Y PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES. | 131 |
| 1.4.1 Consulta de los trabajadores. | 131 |
| 1.4.2 Derechos de participación y representación. | 131 |
| 1.4.3 Delegados de prevención. | 131 |
| 2. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO. | 132 |
| 2.1. INTRODUCCION. | 132 |
| 2.2. OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO. | 132 |
| 2.2.1 Condiciones constructivas. | 132 |
| 2.2.2 Orden, limpieza y mantenimiento. Señalización. | 134 |
| 2.2.3 Condiciones ambientales. | 134 |
| 2.2.4 Iluminación. | 135 |
| 2.2.5 Servicios higiénicos y locales de descanso. | 135 |
| 2.2.6 Material y locales de primeros auxilios. | 135 |
| 3. DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. | 136 |
| 3.1. INTRODUCCION. | 136 |
| 3.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO. | 136 |
| 4. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO. | 137 |
| 4.1. INTRODUCCION. | 137 |
| 4.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO. | 137 |
| 4.2.1 Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo. | 138 |
| 4.2.2 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles. | 139 |
| 4.2.3 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas. | 139 |
| 4.2.4 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para movimiento de tierras y maquinaria pesada. | 139 |
| 4.2.5 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a las maquinaria de herramienta. | 140 |

Instalación eléctrica de de naves industriales

| | |
|---|-----|
| 5. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRAS DE CONSTRUCCION. | 141 |
| 5.1. INTRODUCCION. | 141 |
| 5.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD. | 142 |
| 5.2.1 Riesgos más frecuentes en las obras de construcción. | 142 |
| 5.2.2 Medidas preventivas de carácter general. | 143 |
| 5.2.3 Medidas preventivas de carácter particular para cada oficio. | 145 |
| 5.3. DISPOSICIONES ESPECIFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS. | 152 |
| 6. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL | 153 |
| 6.1. INTRODUCCION. | 153 |
| 6.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO. | 153 |
| 6.2.1 Protectores de la cabeza. | 153 |
| 6.2.2 Protectores de manos y brazos. | 153 |
| 6.2.3 Protectores de pies y piernas. | 153 |
| 6.2.4 Protectores del cuerpo. | 154 |

1. RESUMEN.

El presente proyecto trata de las instalaciones de un edificio destinado a naves industriales con vistas a su alquiler en un futuro como naves destinadas a almacenaje, dado esto se realizarán las instalaciones pensando en que dichas naves serán alquiladas por empresas dedicadas a depósitos y almacenajes.

Las instalaciones a realizar serán las dedicadas a la media tensión (centro de transformación que dará servicio a las cuatro naves industriales, la referente a la instalación eléctrica de las naves dotándolas de alumbrado y tomas de corriente, la referente a la protección contra incendios dotando a las naves con bocas de incendio equipadas y sistemas de detección de incendios.

La realización de este proyecto ha sido realizada dado que un futuro me gustaría dedicarme a la proyección de instalaciones eléctricas, sirviéndome para reforzar los conocimientos adquiridos y los nuevos aprendidos durante su realización.

CAPITULO 1 : INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES.

Se redacta el presente proyecto de instalación eléctrica de un complejo de naves industriales a petición del tutor de proyecto D. Antonio Montañes Espinosa, con C.I.F.: 123456789 y domicilio social en calle María de Luna s/n en la sede de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Zaragoza, y a instancia de la Consejería de Trabajo e Industria, Delegación Provincial de Zaragoza y del Excmo. Ayuntamiento del municipio de "Les Franqueses del Valleès".

1.2 OBJETO.

El objetivo del proyecto es realizar la instalación eléctrica de un edificio destinado a naves industriales para su posterior alquiler. Las instalaciones que se realizarán y llevarán a cabo son:

- Instalación eléctrica en media tensión (centro de transformación).
- Instalación eléctrica en baja tensión (naves industriales).
- Instalación contra incendios (detección y protección).

CAPITULO 2 : NORMATIVAS

2.1 NORMAS GENERALES PARA EL CALCULO DEL CT.

- **Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión.** Aprobado por Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero.
- **Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión.**
- **Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.** Aprobado por Real Decreto 3.275/1982, de 12 noviembre, B.O.E. 01-12-1982.
- **Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.** Reál Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, B.O.E. 25-10-1984.
- **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.** Aprobado por Decreto 842/2002, de 02 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-2002.
- **Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT.** Aprobadas por Orden del MINER de 18 de septiembre de 2002.
- **Modificaciones a las Instrucciones Técnicas Complementarias.** Hasta el 10 de marzo de 2000.
- **Autorización de Instalaciones Eléctricas.** Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
- **Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional** y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-1994.
- **Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre**, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).

- **Real Decreto 614/2001, de 8 de junio**, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- **Ley de Regulación del Sector Eléctrico**, Lay 54/1997 de 27 de noviembre.
- **Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía**, Decreto de 12 Marzo de 1954 y **Real Decreto 1725/84** de 18 de Julio.
- **Real Decreto 2949/1982** de 15 de Octubre de Acometidas Eléctricas.
- **NTE-IEP.** Norma tecnológica de 24-03-1973, para **Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.**
- Normas **UNE / IEC.**
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Normas particulares de la compañía suministradora.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

Instalación eléctrica de de naves industriales

- Normas y recomendaciones de diseño del edificio:

- **CEI 62271-202** **UNE-EN 62271-202**
Centros de Transformación prefabricados.
- **NBE-X**
Normas básicas de la edificación.

- Normas y recomendaciones de diseño de aparataje eléctrica:

- **CEI 62271-1** **UNE-EN 60694**
Estipulaciones comunes para las normas de aparataje de Alta Tensión.
- **CEI 61000-4-X** **UNE-EN 61000-4-X**
Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.
- **CEI 62271-200** **UNE-EN 62271-200 (UNE-EN 60298)**
Aparataje bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- **CEI 62271-102** **UNE-EN 62271-102**
Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- **CEI 62271-103** **UNE-EN 60265-1**
Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
- **CEI 62271-100** **UNE-EN 62271-100**
Interruptores automáticos de corriente alterna para tensiones superiores a 1 kV.

- Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:

- **CEI 60076-X**
Transformadores de Potencia.
- **UNE 21428**
Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.

2.2 NORMAS GENERALES PARA LA INSTALACION EN BT.

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.

Instalación eléctrica de de naves industriales

- 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.

CAPITULO 3 : INSTALACION EN MEDIA TENSION

3.1 OBJETIVO.

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

3.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES.

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

La energía será suministrada por la compañía Fecsa - Endesa a la tensión trifásica de 25 kV y frecuencia de 50 Hz, realizandose la acometida por medio de cables subterráneos.

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

- * **Sistema CGM.3:** Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

3.3 PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA.

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 400 V, con una potencia máxima simultánea de 430 kW, ya que cada nave tiene una potencia calculada por superficie de 107,5 kW

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en este Centro de Transformación es de 630 kVA.

3.4. DESCRIPCION DE LA INSTALACION.

3.4.1 Obra civil.

El Centro de Transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

3.4.2 Características de los materiales.

Edificio de Transformación: **PFU-5/30**

- Descripción

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

La principal ventaja que presentan estos Centros de Transformación es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

- Envolvente

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

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

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

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

Instalación eléctrica de de naves industriales

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

- Placa piso

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

- Accesos

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

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

- Ventilación

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

- Acabado

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

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

- Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad UNESA de acuerdo a la RU 1303A.

- Alumbrado

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

- Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

Instalación eléctrica de de naves industriales

- Cimentación

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

- Características detalladas.

| | |
|------------------------------|----------|
| Nº de transformadores: | 1 |
| Tipo de ventilación: | Normal |
| Puertas de acceso peatón: | 1 puerta |
| Dimensiones exteriores | |
| Longitud: | 6080 mm |
| Fondo: | 2380 mm |
| Altura: | 3240 mm |
| Altura vista: | 2780 mm |
| Peso: | 18500 kg |
| Dimensiones interiores | |
| Longitud: | 5900 mm |
| Fondo: | 2200 mm |
| Altura: | 2550 mm |
| Dimensiones de la excavación | |
| Longitud: | 6880 mm |
| Fondo: | 3180 mm |
| Profundidad: | 560 mm |

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

3.5 INSTALACION ELECTRICA.

3.5.1 Características de la red de alimentación.

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 25 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 500 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 11,5 kA eficaces.

3.5.2 Características de la apartamenta de media tensión.

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

Celdas: **CGM.3 Modulares**

Las celdas del sistema CGM.3 forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para MT, con aislamiento y corte en gas, cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ORMAZABAL, denominados ORMALINK, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.).

Las partes que componen estas celdas son:

- Base y frente

La base soporta todos los elementos que integran la celda. La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantizan la indeformabilidad y resistencia a la corrosión de esta base.

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

- Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

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

Instalación eléctrica de de naves industriales

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

- Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

El interruptor disponible en el sistema CGM.3 tiene 3 posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra (salvo para el interruptor de la celda S).

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

- Mecanismo de Maniobra

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

- Conexión de cables

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

- Enclavamientos

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

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

- Características eléctricas

Las características generales de las celdas CGM son las siguientes:

Tensión nominal 36 kV

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

a tierra y entre fases 70 kV

a la distancia de seccionamiento 80 kV

Impulso tipo rayo

Instalación eléctrica de de naves industriales

| | |
|----------------------------------|--------|
| a tierra y entre fases | 170 kV |
| a la distancia de seccionamiento | 195 kV |

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

3.5.3 Características de la aparamenta de baja tensión.

Elementos de salida en BT :

- Cuadros de BT especiales para esta aplicación, con un interruptor de corte en carga cuyas características descriptivas se detallan más adelante.

3.5.4 Características descriptivas de las celdas y transformadores de media tensión.

Entrada / Salida 1: **CGM.3-L**

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

La celda **CGM.3-L** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 36 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 21 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 52,5 kA
- Nivel de aislamiento
 - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 70 kV
 - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 170

Instalación eléctrica de de naves industriales

- Capacidad de cierre (cresta): 52,5 kA

- Capacidad de corte

- Corriente principalmente activa: 400 A

- Características físicas:

- Ancho: 418 mm
- Fondo: 850 mm
- Alto: 1745 mm
- Peso: 138 kg

- Otras características constructivas :

- Mando interruptor: Manual tipo B

Entrada / Salida 2: **CGM.3-L**

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

La celda **CGM.3-L** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 36 kV

- Intensidad asignada: 400 A

- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 21 kA

- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 52,5 kA

- Nivel de aislamiento

Instalación eléctrica de de naves industriales

| | |
|---|---------|
| - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: | 70 kV |
| - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): | 170 |
| · Capacidad de cierre (cresta): | 52,5 kA |
| · | |
| · Capacidad de corte | |
| | |
| Corriente principalmente activa: | 400 A |

- Características físicas:

| | |
|----------|---------|
| · Ancho: | 418 mm |
| · Fondo: | 850 mm |
| · Alto: | 1745 mm |
| · Peso: | 138 kg |

- Otras características constructivas

- Mando interruptor: Manual tipo B

Seccionamiento Compañía: **CGM.3-L**

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

La celda **CGM.3-L** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- Características eléctricas:

| | |
|---|---------|
| · tensión asignada: | 36 kV |
| · Intensidad asignada: | 400 A |
| · Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: | 21 kA |
| · Intensidad de corta duración (1 s), cresta: | 52,5 kA |
| · Nivel de aislamiento | |

Instalación eléctrica de de naves industriales

Frecuencia industrial (1 min)

a tierra y entre fases: 70 kV

Impulso tipo rayo

a tierra y entre fases (cresta): 170

· Capacidad de cierre (cresta): 52,5 kA

· Capacidad de corte

Corriente principalmente activa: 400 A

- Características físicas:

- Ancho: 418 mm
- Fondo: 850 mm
- Alto: 1745 mm
- Peso: 138 kg

- Otras características constructivas:

- Mando interruptor: Manual tipo B

Remonte a Protección General: **CGM.3-RC**

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

La celda CGM.3-RC de remonte de cables está constituida por un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite efectuar el remonte de cables desde la parte inferior a la parte superior del conjunto de celdas.

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

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 36 kV

- Características físicas:

- Ancho: 368 mm
- Fondo: 1745 mm
- Alto: 833 mm
- Peso: 42 kg

Instalación eléctrica de de naves industriales

Protección General: **CGM.3-V**

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 36 kV
 - Intensidad asignada: 400 A
 - Nivel de aislamiento
- Frecuencia industrial (1 min)
- a tierra y entre fases: 70 kV
- Impulso tipo rayo
- a tierra y entre fases (cresta): 170 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 52,5 kA
 - Capacidad de corte en cortocircuito: 21 kA

- Características físicas:

- Ancho: 600 mm
- Fondo: 850 mm
- Alto: 1745 mm
- Peso: 240 kg

- Otras características constructivas:

- Mando interruptor automático: Manual tipo AV

Medida: **CGM.3-M**

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

La celda CGM.3-M de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía.

Instalación eléctrica de de naves industriales

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

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

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 36 kV

- Características físicas:

- Ancho: 900 mm
- Fondo: 1160 mm
- Alto: 1950 mm
- Peso: 290 kg

- Otras características constructivas:

- Transformadores de medida: 3TT y 3 TI

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

* Transformadores de tensión

Relación de transformación: 27500/V3-110/V3 V

Sobretensión admisible

en permanencia: 1,2 Un en permanencia y

1,9 Un durante 8 horas

Medida

Potencia: 50 VA

Clase de precisión: 0,5

* Transformadores de intensidad

Relación de transformación: 10-20/5 A

Intensidad térmica: 80 In (mín. 5 kA)

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

Instalación eléctrica de de naves industriales

Medida

Potencia: 15 VA

Clase de precisión: 0,5s

Seccionamiento Cliente: **CGM.3-L**

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

La celda **CGM.3-L** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 36 kV
-
- Intensidad asignada: 400 A
-
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 21 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 52,5 kA
- Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

a tierra y entre fases: 70 kV

Impulso tipo rayo

a tierra y entre fases (cresta): 170

- Capacidad de cierre (cresta): 52,5 kA
- Capacidad de corte

Corriente principalmente activa: 400 A

- Características físicas:

Instalación eléctrica de de naves industriales

- Ancho: 418 mm
- Fondo: 850 mm
- Alto: 1745 mm
- Peso: 138 kg

- Otras características constructivas:

- Mando interruptor: Manual tipo B

Transformador 1: **Transformador aceite 36 kV**

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 25 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: +/- 2,5%, +/- 5%, +/- 10%
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4.5%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Termómetro

3.5.5 Características descriptivas de los cuadros de baja tensión.

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

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

El cuadro tiene las siguientes características:

- Interruptor manual de corte en carga de 1000 A.
- 4 Salidas formadas por bases portafusibles.
- Interruptor diferencial bipolar de 25 A, 30 mA.
- Base portafusible de 32 A y cartucho portafusible de 20 A.
- Base enchufe bipolar con toma de tierra de 16 A/ 250 V.
- Bornas(alimentación a alumbrado) y pequeño material.

- Características eléctricas

- Tensión asignada: 440 V

Instalación eléctrica de de naves industriales

- Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

a tierra y entre fases: 10 kV

entre fases: 2,5 kV

Impulso tipo rayo:

a tierra y entre fases: 20 kV

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

3.5.6 Características de material vario de media y baja tensión.

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

- Interconexiones de MT:

Puentes MT Transformador 1: **Cables MT 18/30 kV**

Cables MT 18/30 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x150 Al.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 36 kV del tipo cono difusor y modelo OTK.

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 36 kV del tipo enchufable acodada y modelo M-400-LR.

- Interconexiones de BT:

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

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro.

- Defensa de transformadores:

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

Protección metálica para defensa del transformador.

- Equipos de iluminación:

Instalación eléctrica de de naves industriales

Iluminación Edificio de Transformación: ***Equipo de iluminación***

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

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

3.6. MEDIDA DE ENERGIA ELECTRICA.

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

Unidades de protección, automatismo y control: Sistema Autónomo de Protección: Otro relé.

La instalación lleva incorporado un sistema de protección tarado específicamente para su utilización en la misma.

3.7 PUESTA A TIERRA.

3.7.1 Tierra de protección.

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

3.7.2 Tierra de servicio.

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

3.8 INSTALACIONES SECUNDARIAS.

- Alumbrado

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

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

Instalación eléctrica de de naves industriales

- Protección contra incendios

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

Como en este caso ni el volumen unitario de cada transformador (ver apartado 1.1.6) ni el volumen total de dieléctrico, que es de 400 litros superan los valores establecidos por la norma, se incluirá un extintor de eficacia 89B. Este extintor deberá colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de la misma.

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

- Armario de primeros auxilios

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

- Medidas de seguridad

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

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

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

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

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

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

3.9 CONCLUSION.

Con el presente documento queda planteado el proyecto de la instalación eléctrica de media tensión que alimentará al centro de transformación, y que éste a su vez, alimentará y dará servicio al complejo de naves industriales, quedando dicho documento a disposición del cliente / empresario para cualquier consulta o modificación.

Zaragoza, febrero de 2012

Víctor José Sendino García

CAPITULO 4 : INSTALACION EN BAJA TENSION

4.1. 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.

4.2. 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

Instalación eléctrica de de naves industriales

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.

4.3. INSTALACIONES DE ENLACE.

4.3.1. 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

Instalación eléctrica de de naves industriales

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.

4.3.2. DERIVACION 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 mm² para los cables polares, neutro y protección y de 1,5 mm² 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. 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 %.

4.3.3. DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCION.

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.

En locales de uso común o de pública concurrencia deberán tomarse las precauciones

Instalación eléctrica de de naves industriales

necesarias para que los dispositivos de mando y protección no sean accesibles al público en general.

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. 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.

4.4 INSTALACIONES INTERIORES.

4.4.1 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 (mm²)</u> | <u>Sección conductores protección (mm²)</u> |
|--|--|
| $S_f \leq 16$ | S_f |
| $16 < S_f \leq 35$ | 16 |
| $S_f > 35$ | $S_f/2$ |

4.4.2 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.

4.4.3 Subdivisión de las instalaciones.

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo a un sector del edificio, a 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

Instalación eléctrica de de naves industriales

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.

4.4.4 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.

4.4.5 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.

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>aislamiento ($M\Omega$)</u> | <u>Tensión ensayo corriente continua (V)</u> | <u>Resistencia</u> <u>de</u> |
|---|--|------------------------------|
| MBTS o MBTP | 250 | $\geq 0,25$ |
| ≤ 500 V | 500 | $\geq 0,50$ |
| > 500 V | 1000 | $\geq 1,00$ |

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.

4.4.6 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.

4.4.7 Sistemas de instalación.

4.4.7.1. Prescripciones Generales.

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de

Instalación eléctrica de de naves industriales

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.

4.4.7.2. 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

Instalación eléctrica de de naves industriales

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.

4.4.7.3. 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.

4.4.7.4. 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.

4.4.7.5. 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).

4.4.7.6. Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción.

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

Instalación eléctrica de de naves industriales

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.

4.4.7.7. 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 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.

Instalación eléctrica de de naves industriales

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.

4.4.7.8. 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 mm² 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.

4.4.7.9. Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas.

Instalación eléctrica de de naves industriales

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

4.5. PROTECCION CONTRA SOBREINTENSIDADES.

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades 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 omipolar 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 omipolar.

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.

4.6 PROTECCION CONTRA SOBRETENSIONES.

4.6.1. 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 I

Categoría IV Categoría III Categoría II

Instalación eléctrica de de naves industriales

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

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, apartamentas: 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).

4.6.2 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.

4.6.3 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.

4.7. PROTECCION CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.

4.7.1. 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;

Instalación eléctrica de de naves industriales

- 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.

4.7.2. 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).

4.8 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

Instalación eléctrica de de naves industriales

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.

4.8.1. 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 ² Cu 16 mm ² Acero Galvanizado |
| No protegido contra la corrosión | 25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro | 25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro |

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

Instalación eléctrica de de naves industriales

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 (mm²)</u> | <u>Sección conductores protección (mm²)</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 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

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

4.8.2. Conductores de equipotencialidad.

Instalación eléctrica de de naves industriales

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

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

4.8.3. Resistencia de 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.

4.8.4. Tomas de tierra independientes.

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

4.8.5. Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas de un CT.

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

Instalación eléctrica de de naves industriales

terrenos cuya resistividad no sea elevada (<100 ohmios.m). Cuando el terreno sea muy mal conductor, la distancia deberá ser calculada.

c) El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

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

4.8.6. 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.

4.9 RECEPTORES DE ALUMBRADO.

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

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

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

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

4.10 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

Instalación eléctrica de de naves industriales

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

4.11 CONCLUSION.

Con el presente documento queda planteado el proyecto de la instalación eléctrica del complejo de naves industriales, quedando dicho documento a disposición del cliente / empresario para cualquier consulta o modificación.

Zaragoza, febrero de 2012

Víctor José Sendino García

CAPITULO 5 : INSTALACION CONTRA INCENDIOS

5.1 OBJETIVO.

Especificación de las diversas partes que compondrán la detección e instalación contra incendios necesarias para nuestra nave industrial. Por la configuración arquitectónica del edificio, este se considera de tipo A y el nivel de riesgo intrínseco, dado que la nave no está destinada a ningún uso especial, será bajo (2). Cada nave dispondrá de sistemas de detección automáticos, alarmas manuales, extintores y bocas de incendio equipadas.

5.2 DETECCION DE INCENDIOS.

Usaremos una central de detección de incendios, que estará situada en la planta alta, la cual se encargará de la transmisión de una señal desde el lugar de origen del incendio hasta una central vigilada y la alarma posterior. El cableado se realizará usando la misma bandeja que para la instalación eléctrica. La instalación estará formada por:

- Central de incendios convencional.
- Sensores termovelocimétricos.
- Sensores ópticos.
- Sensores de alta temperatura.
- Pulsadores.

5.2.1 Central detección de incendios.

Usaremos una central de detección convencional de 8 zonas. Estas centrales son equipos compactos con fuente de alimentación incorporada. Disponen de leds para visualizar el estado del sistema e indicación individual de la zona de la alarma y avería/anulado/pruebas. Incorporan llave de seguridad para restringir el paso a ciertas funciones del sistema como activación y paro de sirenas, rearme de sistema, prueba de equipos y acceso a la programación. Disponen de dos salidas supervisadas configurables con un primer periodo de tiempo dedicado a la confirmación del evento en la central (0, 30, 60 y 90 segundos) y un segundo periodo de verificación antes de la activación de las sirenas (0-10 minutos), una salida auxiliar de 24 Vcc para la alimentación de equipos externos y dos entradas configurables para rearme remoto, evacuación etc. Las zonas pueden configurarse como rearmables, no rearmables, zonas cruzadas y tiempo de verificación (2, 30, 60 y 90 segundos).

La central está situada en la planta alta y será el elemento de reporte de las incidencias del sistema y tomará las decisiones de activación de los dispositivos. La central supervisará cada

detector por (sensores y pulsadores) por zonas. Estará guardado en su armario, cerrado con llave, y los indicadores visuales del estado del panel se podrán visualizar desde el exterior del panel.

Las zonas son:

- 1 --> Nave general.
- 2 --> Sala descanso personal, vestuario y trastero.
- 3 --> Vestíbulo y escalera.
- 4 --> Pasillos.
- 5 --> Lavabo.
- 6 --> Oficinas.
- 7 --> Sala caldera.

5.2.2 Sensores termovelocimétricos.

Detectores térmicos. Es recomendado para ambientes con temperatura baja y estable. Integra la función de temperatura fija a 58°C e incluye led bicolor para indicar el estado del sensor y salida para indicador remoto. Se activarán cuando exista un incremento en la temperatura de más de 10°C por minuto de la temperatura normal. Se instalarán en la nave principal.

5.2.3 Sensores ópticos.

Detectores térmicos de humos ópticos. Son recomendados para fuegos de evolución lenta, con partículas de humos visibles. Se colocarán en la zona de oficinas, despacho, sala de reuniones, pasillos, aseos y entrada. Incluye led bicolor para indicar el estado del sensor y salida para indicador remoto.

5.2.4 Sensores de alta temperatura.

Detectores de alta temperatura. Son recomendados en ambientes donde existen cambios bruscos de temperatura en ciertos periodos de tiempo Incluye led bicolor para indicar el estado del sensor y salida para indicador remoto. Se instalarán en la sala calderas.

5.2.5 Pulsadores.

Pulsadores. Permiten la actuación manual, transmitiendo la señal a la central de control y señalización de tal forma que sea identificable la zona en que ha sido activado. Los pulsadores se situarán de manera que la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta un pulsador sea inferior a 25 metros tal como indica el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios. Con cada pulsador se instalará una sirena(alarma). En cada salida de evacuación de incendio se instalará un pulsador.

5.2.6 Dispositivos óptico-acústicos.

Dentro de la nave se instalará varias sirena óptico-acústicas de color rojo (potencia 105dB a 1 metro). Se instalará una sirena en los accesos de cada nave y un rótulo de fuego.

5.2.7 Cableado.

Usaremos cable aislado de sección 1,5 mm² para unir los diferentes elementos con la central de incendios. Los cables (rojo y negro) irán dentro de tubo de PVC para montaje superficial y dentro de bandeja cuando se pueda.

5.2.8 Mantenimiento.

Cada tres meses se comprobará por parte del titular de la instalación del equipo, el funcionamiento de las instalaciones con la sustitución de los elementos que se encuentren defectuosos (pilotos, detectores,...)

Cada años se hará una verificación total de la instalación por parte del personal autorizado, limpieza del equipo de centrales y accesorios, regulaciones de tensiones, intensidades...equipos de transmisión de alarma.

5.3 EXTINCIÓN DE INCENDIOS.

Cada nave dispondrá de extintores manuales y bocas de incendios.

5.3.1 Extintores manuales.

Se usarán extintores de polvo polivalente pues son adecuados tanto para sólidos, líquidos y gases, y se colocarán tal que desde cualquier punto de origen de evacuación hasta el extintor más cercano haya una distancia inferior de quince metros. Serán de 6 kg y eficacia 21A-113B.

El emplazamiento de los extintores debe permitir que sean de fácil visibilidad y accesibilidad, estando situados próximos a aquellos puntos donde se estime mayor posibilidad de incendio y próximos a las salidas de evacuación.

Se instalan en soportes verticales, quedando a una altura de 1.70 metros la parte superior (detalle de posición en plano contraincendios).

5.3.2 Bocas de incendio equipadas.

En la planta alta, al ser considerada administrativa, no hace falta instalar bocas de incendio equipadas.

Las bocas de incendio a instalar en la nave será del tipo 45 mm, por si en un futuro aumentase el riesgo intrínseco a medio o alto, no sería necesario modificar la red de tuberías.

Instalación eléctrica de de naves industriales

El sistema de abastecimiento de agua contra incendios está reservado para el suministro "exclusivo" de los sistemas de protección contra incendios. La red de los bies se conectará a la red pública de agua contra incendios de la que dispone el polígono (cada nave dispone de su propia acometida), cumpliendo esta red con los mínimos / máximos de presión y caudal exigidos.

La boca de incendio equipada consta de :

- Boquilla y lanza: De un material resistente a la corrosión y a los esfuerzos mecánicos a los que pueda ser sometido. Accionamiento que permita la posibilidad de salida de agua a chorro o pulverizada y pueden disponer de más de una posición que permita la seguridad de la persona que la está usando.

- Manguera: Con un diámetro como el de la bie, sus características y ensayos se ajustarán a lo que se especifica en las normas UNE.

- Válvula: Debe estar realizada en material resistente a la corrosión y oxidación.

- Armario: De superficie. La tapa será de marco metálico y llevará un vidrio-cristal que posibilite la visión, accesibilidad y rotura del mismo. Tendrá un sistema de apertura para condiciones de mantenimiento y el interior va ventilado.

La situación-distribución de las bocas de incendio equipadas se registrarán por:

- Las bocas de incendio equipadas se situarán sobre un soporte rígido de forma que el centro quede como máximo a una altura del suelo de metro y medio. Preferentemente cerca de las puertas o salidas y a una distancia máxima de cinco metros, teniendo en cuenta que no deberá constituir obstáculo alguno para el uso de dichas puertas o salidas.

- Se deberá mantener alrededor de cada boca de incendio equipada una zona libre de obstáculos que permita su acceso y maniobra sin dificultad.

- La separación máxima entre cada boca de incendio y la más próxima será de cincuenta metros, y la distancia de cualquier punto de un local protegido hasta la boca de incendio más cercana, no excederá los veinticinco metros.

- La determinación del número de bocas equipadas y su distribución se realizará de forma que en la totalidad de la superficie a proteger, lo esté al menos por una boca de incendio equipada.

La distribución por el interior de la nave se realizará mediante tubo de acero negro DIN 2440 y la distribución va indicada en plano contra incendios. En la red de bies no se permite la toma de aguas para ninguna otra utilización.

La red de tuberías se diseña de forma que queden garantizadas en cualquiera de las bocas de incendio, las siguientes características.

- La presión en la punta de la lanza será como mínimo 3,5kg/cm² y como máximo de 5kg/cm² (344 kPa a 490 kPa)

- Los caudales mínimos serán de 3,3 litros por segundo para las bocas de 45mm

Instalación eléctrica de de naves industriales

- Las condiciones de presión y caudal se deben mantener durante una hora, bajo la hipótesis de funcionamiento simultáneo de las dos bocas mas desfavorables.

- La red se protegerá contra la corrosión, acciones mecánicas, heladas...

Las bocas de incendio equipadas se someterán a una prueba de estanqueidad y resistencia mecánica, sometiendo la red a una presión igual a la máxima de servicio (3,5 kg/cm²) y como mínimo a 10 kg/cm², manteniendo dicha presión un mínimo de dos horas sin deber aparecer fugas en ningún punto.

5.3.3 Mantenimiento.

Mantenimiento de los extintores:

- Cada tres meses se comprobará por parte del titular de la instalación del equipo, la accesibilidad, correcto estado de conservación, precintos, inscripciones, manguera,... Se comprobará el estado de carga (presión y peso) y el estado de las partes mecánicas.

- Cada año se realizará una verificación por parte del personal instalador especializado, del estado de la carga (presión y peso), estado de la manguera, boca-lanza, válvulas y partes mecánicas.

- Cada cinco años a partir de la fecha de timbrado del extintor, se retimbrará de acuerdo con la ITC-MIE-AP 5

Mantenimiento de los bies:

- Cada tres meses se comprobará por parte del titular de la instalación del equipo, la accesibilidad y señalización de los equipos. Comprobación de los componentes, desarrollo de la manguera, accionamiento de la boca, presión del servicio, limpieza del conjunto.

- Cada año se efectuará el desmontaje por parte del personal instalador especializado, de la manguera y ensayo de ésta. Comprobación del correcto funcionamiento en sus distintas posiciones y del sistema de cerramiento. Comprobación de la indicación del manómetro.

- Cada cinco años la manguera ha de ser sometida a una presión de prueba de 15 hg/cm².

5.3.4 Señalización.

Todos los elementos de incendio y las salidas dispondrán de sus correspondientes carteles de señalización. Se señalarán las ubicaciones de las bies, extintores, pulsadores manuales de forma que sean perfectamente visibles y quede asegurada su continuidad hasta su localización. Todo estará de acuerdo con las especificaciones establecidas en la UNE 23-033

5.4. EVACUACION.

La planta alta se considera de uso administrativo por lo que se rige por "Norma básica de edificación: condiciones de protección contra los incendios de los edificios" mientras la planta baja es de uso industrial.

Instalación eléctrica de de naves industriales

5.4.1 Sectores de incendios.

Consideramos 3 sectores de incendio, que son:

Sector I : Nave planta baja --> 611 m2

Sector II : Planta alta, vestíbulo y escaleras --> 262 m2

Sector III : Sala ACS --> 17 m2

Cada sector está compartimentado con puertas resistentes al fuego (mínimo RF-30)

5.4.2 Salidas de emergencia.

Cada nave dispone de dos salidas de emergencia, situadas en la planta baja, siendo de esta manera la distancia a recorrer desde el origen de evacuación hasta cualquiera de las dos salidas, menor de cincuenta metros.

Una salida será por la parte frontal, que es la propia puerta de entrada al vestíbulo y la otra se encontrará en la parte posterior.

Para poder realizar una salida de emergencia en la parte posterior, se precisará la construcción de un pasillo común a las naves, al cual se podrá acceder a través de cada una de las salidas de emergencias situadas en las naves. Este pasillo irá a desembocar a la calle Can San Pera (ver planos) y el pasillo tendrá una amplitud mínima de 1,2 metros.

La amplitud libre de las puertas previstas para salida de evacuación será mayor o igual a 0,8 metros. La amplitud de la hoja menor o igual a 1,2 metros y en puertas de doble hoja, igual o mayor a ,6 metros.

5.4.3 Vías de evacuación en planta alta.

Al ser oficinas nos regimos por Norma básica de edificación: condiciones de protección contra los incendios de los edificios". Consideramos el edificio de baja densidad para el cálculo de ocupación. Los valores de densidad de ocupación se aplicarán a la superficie construida de la planta en cuestión a excepción de recintos y zonas de ocupación nula (aquellos que son accesibles de manera muy ocasional como aseos y salas de máquinas, y aquellos de mantenimiento-reparación).

Según los valores de densidad establecidos en la tabla 2.1 del documento básico " Seguridad en caso de incendio" se establece el siguiente nivel de ocupación

Instalación eléctrica de de naves industriales

| ESTANCIA | SUPERFICIE | OCUPACION/M2 | OCUAPCION ALTERNATIVA | OCUPACION |
|-------------------|------------|--------------|-----------------------|-----------|
| Administración | 41,5 | 1pers / 10m2 | - | 5 |
| Sala reuniones | 31,6 | 1pers / 10m2 | - | 4 |
| Despacho director | 31 | 1pers / 10m2 | - | 4 |
| Pasillos | 97,5 | 1pers / 2m2 | 49 | - |
| Lavabo | 9,1 | 1pers / 2m2 | 5 | - |
| Sala caldera | 14,5 | 1pers / 2m2 | 8 | - |
| Escalera | 15,7 | 1pers / 2m2 | 8 | - |

El origen de la evacuación será la puerta de cada estancia pues consideraremos que no presentan problemas de evacuación al ser de escasa superficie y ocupación. La salida de planta se realizará a través de las escaleras que dan al vestíbulo y de ahí a la puerta principal.

La anchura de puertas, pasos y pasillos, según el documento básico " Seguridad en caso de incendio" será como mínimo $P/200$ siendo P el número de personas cuyo pase está previsto, y esta anchura tendrá que ser mayor que 0,80 metros. La amplitud de la hoja de las puertas será igual o menor a 1,20 metros y si se tratase de puertas de doble hoja superior a 0,60 metros.

La escalera para evacuación tendrá como mínimo una anchura mayor igual a $P/160$ al ser evacuación descendente.

La amplitud libre de las escaleras o pasillos previstos como recorridos de evacuación será de 1,20 metros mínimo.

5.4.4 Vías de evacuación en planta baja.

Esta planta es considerada de uso industrial, por lo que se aplica el "Reglamento de Seguridad Contra Incendios en establecimientos industriales". Tendrá dos puertas de salida, una frontal y otra posterior. Al disponer de dos salidas de emergencia se garantiza la seguridad frente a un incendio dado que la distancia a recorrer desde el punto de evacuación a la salida más cercana será inferior a 50 metros. La puerta frontal tiene una amplitud mayor o igual a 0,80 metros y la posterior, de doble hoja será de 2,40 metros (1,20 cada hoja).

Instalación eléctrica de de naves industriales

5.4.5 Señalización de medios de evacuación.

Usaremos los criterios definidos en la norma UNE 23034:1988

- Las salidas de planta / edificio tendrán un rótulo "SALIDA" a excepción de cuando se trate de salidas de recintos con una superficie inferior a 50 m², la salida sea fácilmente visible desde cualquier punto del recinto y los ocupantes estén familiarizados con el recinto.

- La señal con el rótulo "Salida de emergencia" será utilizada en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.

- Disposición de señales indicativas de dirección de recorridos visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus correspondientes señales indicativas.

- Aquellos lugares del recorrido donde pueda haber lugar a confusión (varias alternativas), se dispondrán señales de forma que quede claramente visible la alternativa correcta.

- En recorridos junto a puertas que no sean de salida y puedan inducir a error, se dispondrá del rótulo "sin salida" en un lugar visible pero nunca sobre las hojas de la puerta.

- Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida.

- Los itinerarios accesibles para personas con discapacidad que conduzcan a una zona de refugio, a un sector de incendio alternativo para la evacuación de personas con discapacidad o a una salida del edificio accesible se señalarán mediante las señales establecidas anteriormente acompañadas del SIA (símbolo internacional de accesibilidad para la movilidad). Si dichos itinerarios accesibles conducen a una zona de refugio o a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, irán además acompañadas del rótulo "ZONA DE REFUGIO".

- La superficie de las zonas de refugio se señalará mediante diferente color en el pavimento y el rótulo "ZONA DE REFUGIO" acompañado del SIA colocado en una pared adyacente a la zona.

- Las señales deben ser visibles en caso de fallo del alumbrado normal.

El tamaño de las señales será, en milímetros :

- 210 x 105 si la distancia de observación no excede 10 metros.

- 420 x 148 si la distancia de observación está entre 10 y 20 metros.

- 594 x 210 si la distancia de observación está entre 20 y 30 metros.

Instalación eléctrica de de naves industriales

5.5 CALCULO DE BIES. PERDIDAS.

Para el cálculo de las pérdidas usaremos la fórmula de Flamant para diámetro menores 50 mm

$$Dh = L \times F \times V^{1,75} \times D^{-1,25}$$

Siendo:

Dh: Pérdida de carga, medida en metro por columna de agua (m.c.a.).

L: Longitud del conducto- tubería.

F: Coeficiente del material.

D: Diámetro de la tubería.

La velocidad la calculamos:

$$V = Q / A$$

Siendo:

Q : Caudal de agua.

A : Sección de la tubería.

| Tramo | Caudal (l/s) | Φ nominal | Φ interior (mm) | Velocidad (m/s) | Longitud | |
|-------|--------------|-------------|-----------------|-----------------|----------|----------------|
| | | | | | Real(m) | Equivalente(m) |
| A-B | 6,6 | Acero 2 1/2 | 63,5 | 2,08 | 16 | 19,2 |
| B-C | 6,6 | Acero 2 1/2 | 63,5 | 2,08 | 3 | 3,6 |
| C-D | 6,6 | Acero 2 1/2 | 63,5 | 2,08 | 10 | 12 |
| D-E | 3,3 | Acero 2 | 50,8 | 1,62 | 50 | 60 |
| BIE 1 | 3,3 | Acero 1 1/2 | 38,1 | 2,89 | 3 | 3,6 |
| BIE 2 | 3,3 | Acero 1 1/2 | 38,1 | 2,89 | 3 | 3,6 |

Instalación eléctrica de de naves industriales

| Tramo | Desnivel (m) | Material | Coeficiente del material | Pérdida (m.c.a.) | |
|-------|--------------|-------------|--------------------------|------------------|-----------|
| | | | | Tramo | Acumulado |
| A-B | - | Acero negro | 0,00074 | 1,60 | 1,60 |
| B-C | 3 | Acero negro | 0,00074 | 0,30 | 4,90 |
| C-D | - | Acero negro | 0,00074 | 1,00 | 5,90 |
| D-E | - | Acero negro | 0,00074 | 4,28 | 10,18 |
| BIE 1 | -1,5 | Acero negro | 0,00074 | 1,01 | 5,41 |
| BIE 2 | -1,5 | Acero negro | 0,00074 | 1,01 | 9,69 |

5.6 CONCLUSION.

Con el presente documento queda planteado el proyecto de la instalación / detección contra incendios del complejo de naves industriales, quedando dicho documento a disposición del cliente / empresario para cualquier consulta o modificación.

Zaragoza, febrero de 2012

Víctor José Sendino García

ANEXO 1 : CALCULOS JUSTIFICATIVOS MT

1. INTENSIDAD EN MEDIA TENSION.

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

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

donde:

P potencia del transformador [kVA]

U_p tensión primaria [kV]

I_p intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 25 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 630 kVA.

$$\cdot I_p = 14,5 \text{ A}$$

2. INTENSIDAD EN BAJA TENSION.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 630 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

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

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

donde:

P potencia del transformador [kVA]

U_s tensión en el secundario [kV]

I_s intensidad en el secundario [A]

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

- $I_s = 866 \text{ A}$.

3. CORTOCIRCUITOS.

3.1 OBSERVACIONES.

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

3.2 CALCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.

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

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

donde:

S_{cc} potencia de cortocircuito de la red [MVA]

U_p tensión de servicio [kV]

I_{ccp} corriente de cortocircuito [kA]

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

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

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

donde:

P potencia de transformador [kVA]

E_{cc} tensión de cortocircuito del transformador [%]

U_s tensión en el secundario [V]

I_{ccs} corriente de cortocircuito [kA]

3.3 CORTOCIRCUITO EN LADO DE MEDIA TENSION.

Utilizando la expresión anterior, en el que la potencia de cortocircuito es de 500 MVA y la tensión de servicio 25 kV, la intensidad de cortocircuito es :

- $I_{ccp} = 11,5 \text{ kA}$

3.4 CORTOCIRCUITO EN LADO DE BAJA TENSION

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 630 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4.5%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

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

- $I_{ccs} = 21,7 \text{ kA}$

4. DIMENSIONES DEL EMBARRADO

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

4.1 COMPROBACION POR DENSIDAD DE CORRIENTE.

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

4.2 COMPROBACION POR SOLICITACION ELECTRODINAMICA.

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 3.3 de este capítulo, por lo que:

- $I_{cc(din)} = 28,9 \text{ kA}$

4.3 COMPROBACION POR SOLICITACION TERMICA.

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar

Instalación eléctrica de de naves industriales

mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{cc(ter)} = 11,5 \text{ kA.}$$

5.PROTECCION CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.

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

Transformador

La protección de este transformador se realiza por medio de una celda de interruptor automático, que proporciona todas las protecciones al transformador, bien sea por sobrecargas, faltas a tierra o cortocircuitos, gracias a la presencia de un relé de protección. En caso contrario, se utilizan únicamente como elemento de maniobra de la red.

El interruptor automático posee capacidad de corte tanto para las corrientes nominales, como para los cortocircuitos antes calculados.

La celda de protección de este transformador incorpora un relé de protección.

Termómetro

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

6. DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MEDIA TENSION.

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar tanto la intensidad nominal como la de cortocircuito.

Transformador 1

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 14,5 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 305 A para un cable de sección de 150 mm² de Al según el fabricante.

-Comprobación de la intensidad de cortocircuito

El cálculo de la sección de cable que permite el paso de una corriente de cortocircuito viene dado por la siguiente expresión:

$$I_{cc}^2 \cdot t = C \cdot S^2 \cdot \Delta T$$

Instalación eléctrica de de naves industriales

donde:

-I_{cc}: intensidad de cortocircuito eficaz [A]

-t: tiempo máximo de desconexión del elemento de protección [s]

(0,3 s para los fusibles y 0,65 s para el interruptor automático)

-C: constante del material del aislamiento que para el caso del

cable descrito en Al tiene un valor de 57 y para el Cu de 135

-T: incremento de temperatura admisible por el paso de la intensidad de cortocircuito (160° C para este material de aislamiento) [°C]

La corriente de cortocircuito en esta instalación tiene un valor eficaz de 11,5 kA

Transformador 1

7. VENTILACION DEL CENTRO DE TRANSFORMACION.

Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación.

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

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

8. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

9. CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

9.1 INVESTIGACION DE LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO.

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

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

9.2 DETERMINACION DE LAS CORRIENTES MAXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MAXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACION DEL DEFECTO.

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

De la red:

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

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

9.3 DISEÑO PRELIMINAR DE INSTALACION A TIERRA.

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

9.4 CALCULO DE RESISTENCIA DE SISTEMA DE TIERRAS.

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: $U_r = 25 \text{ kV}$
- Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 1000 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

Instalación eléctrica de de naves industriales

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

Características del terreno:

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

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

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

donde:

I_d intensidad de falta a tierra [A]

R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

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

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm}$$

donde:

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

I_d intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

- $I_d = 1000 \text{ A}$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

- $R_t = 10 \text{ Ohm}$

Instalación eléctrica de de naves industriales

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

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

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

donde:

R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

K_r coeficiente del electrodo

- Centro de Transformación

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

- $K_r \leq 0,0667$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 70-40/8/82
- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 7.0x4.0 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,8 m
- Número de picas: ocho
- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_r = 0,066$

Instalación eléctrica de de naves industriales

- De la tensión de paso $K_p = 0,0101$
- De la tensión de contacto $K_c = 0,0294$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

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

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

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

$$R'_t = K_r \cdot R_o$$

donde:

K_r , coeficiente del electrodo

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

R'_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Transformación:

- $R'_t = 9,9$ Ohm

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula anterior:

- $I'd = 1000$ A

9.5 CALCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACION.

Instalación eléctrica de de naves industriales

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

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d$$

donde:

R'_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

I'_d intensidad de defecto [A]

V'_d tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'_d = 9900 \text{ V}$$

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

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d$$

donde:

K_c coeficiente

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'_d intensidad de defecto [A]

V'_c tensión de paso en el acceso [V]

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'_c = 4410 \text{ V}$$

9.6 CALCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACION.

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

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d$$

donde:

K_p coeficiente

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'_d intensidad de defecto [A]

V'_p tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

- $V'_p = 1515$ V en el Centro de Transformación

9.7 CALCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.

- Centro de Transformación

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

- $t = 0,7$ seg
- $K = 72$
- $n = 1$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000} \right)$$

donde:

K coeficiente

t tiempo total de duración de la falta [s]

n coeficiente

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

V_p tensión admisible de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso

Instalación eléctrica de de naves industriales

- $V_p = 1954,29 \text{ V}$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000} \right)$$

donde:

K coeficiente

t tiempo total de duración de la falta [s]

n coeficiente

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

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

$V_{p(acc)}$ tensión admisible de paso en el acceso [V]

por lo que, para este caso

- $V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$

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

Tensión de paso en el exterior del centro:

- $V'_p = 1515 \text{ V} < V_p = 1954,29 \text{ V}$

Tensión de paso en el acceso al centro:

- $V'_{p(acc)} = 4410 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$

Tensión de defecto:

- $V'd = 9900 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Intensidad de defecto:

- $I_a = 50 \text{ A} < I_d = 1000 \text{ A} < I_{dm} = 1000 \text{ A}$

9.8 INVESTIGACION DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR.

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

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

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

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

donde:

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'_d intensidad de defecto [A]

D distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

- $D = 23,87 \text{ m}$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación: 5/22 (según método UNESA)
- Geometría: Picas alineadas
- Número de picas: dos
- Longitud entre picas: 2 metros
- Profundidad de las picas: 0,5 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,201$

$$\cdot Kc = 0,0392$$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,201 \cdot 150 = 30,15 < 37 \text{ Ohm}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

9.9 CORRECCION Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL.

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

ANEXO 2: CALCULOS JUSTIFICATIVOS BT

CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

1. FORMULAS DE CALCULO.

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = Pc / 1,732 \times U \times \text{Cos}\varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\varphi) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = Pc / U \times \text{Cos}\varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\varphi) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

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

S = Sección del conductor en mm².

Cosφ = Coseno de φ. Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

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

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/ \rho$$

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

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

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.

ρ₂₀ = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.018$$

$$Al = 0.029$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.00392$$

$$Al = 0.00403$$

Instalación eléctrica de de naves industriales

T = Temperatura del conductor (°C).

T₀ = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

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

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

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

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b: intensidad utilizada en el circuito.

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

I_n: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I₂: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I₂ se toma igual:

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

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

Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos\varnothing = P/\sqrt{(P^2+ Q^2)}.$$

$$\operatorname{tg}\varnothing = Q/P.$$

$$Q_c = P \times (\operatorname{tg}\varnothing_1 - \operatorname{tg}\varnothing_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times \omega; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times \omega; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Q_c = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

∅₁ = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

∅₂ = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

ω = 2πf; f = 50 Hz.

C = Capacidad condensadores (F); cx1000000(μF).

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot \rho / P$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot \rho / L$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2 \rho + L_p/ \rho + P/0,8 \rho)$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L_c: Longitud total del conductor (m)

L_p: Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

2. CUADRO GENERAL DE MANDO Y DISTRIBUCIÓN.

2.1 DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Instalación eléctrica de de naves industriales

| | |
|-----------|------------|
| APG1 | 2800 W |
| APG2 | 2800 W |
| AE1 | 108 W |
| AFG1 | 1276 W |
| AFG2 | 1160 W |
| AE2 | 72 W |
| AEF | 500 W |
| AEP | 500 W |
| AEL | 1500 W |
| A1 | 342 W |
| AE3 | 36 W |
| AV | 128 W |
| AE4 | 24 W |
| T1 | 3312 W |
| SPA | 15253.6 W |
| SSC | 28475 W |
| STC1 | 24360 W |
| STC2 | 24360 W |
| TOTAL.... | 107006.6 W |

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 13574
- Potencia Instalada Fuerza (W): 93432.6
- Potencia Máxima Admisible (W): 152416

2.2 CALCULO DE LA LINEA GENERAL DE ALIMENTACION

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip.Contacto Mutuo Dist \geq D
- Longitud: 40 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 107006.6 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
 $26400 \times 1.25 + 91465.8 = 124465.8$ W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 124465.8 / 1,732 \times 400 \times 1 = 179.66 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x240+TTx120mm² Al
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-AI
I.ad. a 40°C (Fc=1) 372 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 51.66

$$e(\text{parcial}) = 40 \times 124465.8 / 30.58 \times 400 \times 240 = 1.69 \text{ V.} = 0.42 \%$$

Instalación eléctrica de de naves industriales

$e(\text{total})=0.42\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 200 A.

2.3 CALCULO DE LA DERIVACION INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip.Contacto Mutuo Dist \geq D
- Longitud: 15 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 107006.6 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
 $26400 \times 1.25 + 91465.8 = 124465.8 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 124465.8 / 1,732 \times 400 \times 1 = 179.66 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x70+TTx35mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 244 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 86.47

$e(\text{parcial}) = 15 \times 124465.8 / 47.71 \times 400 \times 70 = 1.39 \text{ V.} = 0.35 \%$

$e(\text{total}) = 0.35\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Auto 200 A.

2.4 CALCULO DE LA LINEA: AL1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 5708 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $10274.4 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 10274.4 / 1,732 \times 400 \times 0.9 = 16.48 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.29

$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 10274.4 / 50.37 \times 400 \times 6 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total}) = 0.69\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Instalación eléctrica de de naves industriales

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

2.4.1 Cálculo de la Línea: APG1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 40 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $2800 \times 1.8 = 5040$ W.

$$I = 5040 / 230 \times 0.9 = 24.35 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.72

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 40 \times 5040 / 49.07 \times 230 \times 6 = 5.95 \text{ V.} = 2.59 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.28\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

2.4.2 Cálculo de la Línea: APG2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 42 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $2800 \times 1.8 = 5040$ W.

$$I = 5040 / 230 \times 0.9 = 24.35 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.72

Instalación eléctrica de de naves industriales

$e(\text{parcial})=2 \times 42 \times 5040 / 49.07 \times 230 \times 6 = 6.25 \text{ V.} = 2.72 \%$
 $e(\text{total})=3.41\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

2.4.3 Cálculo de la Línea: AE1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 75 m; Cos φ : 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 108 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $108 \times 1.8 = 194.4 \text{ W.}$

$I = 194.4 / 230 \times 0.9 = 0.94 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.12

$e(\text{parcial})=2 \times 75 \times 194.4 / 51.49 \times 230 \times 1.5 = 1.64 \text{ V.} = 0.71 \%$

$e(\text{total})=1.41\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

2.5 CALULO DE LA LINEA: AL2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2508 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $4514.4 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 4514.4 / 1,732 \times 400 \times 0.9 = 7.24 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 43.57

Instalación eléctrica de de naves industriales

$e(\text{parcial})=0.3 \times 4514.4 / 50.86 \times 400 \times 2.5 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$
 $e(\text{total})=0.69\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

2.5.1 Cálculo de la Línea: AFG1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ : 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 1276 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1276 \times 1.8 = 2296.8 \text{ W.}$

$I = 2296.8 / 230 \times 0.9 = 11.1 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.38

$e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 2296.8 / 49.99 \times 230 \times 2.5 = 3.99 \text{ V.} = 1.74 \%$

$e(\text{total})=2.43\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

2.5.2 Cálculo de la Línea: AFG2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 26 m; Cos φ : 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 1160 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1160 \times 1.8 = 2088 \text{ W.}$

$I = 2088 / 230 \times 0.9 = 10.09 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Instalación eléctrica de de naves industriales

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.92

$e(\text{parcial})=2 \times 26 \times 2088 / 50.25 \times 230 \times 2.5 = 3.76 \text{ V.} = 1.63 \%$

$e(\text{total})=2.33\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

2.5.3 Cálculo de la Línea: AE2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos φ : 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 72 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $72 \times 1.8 = 129.6 \text{ W.}$

$I = 129.6 / 230 \times 0.9 = 0.63 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.05

$e(\text{parcial})=2 \times 35 \times 129.6 / 51.51 \times 230 \times 1.5 = 0.51 \text{ V.} = 0.22 \%$

$e(\text{total})=0.92\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

2.6 CALCULO DE LA LINEA: AL3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $4500 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 4500 / 1,732 \times 400 \times 0.9 = 7.22 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Instalación eléctrica de de naves industriales

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.54

$e(\text{parcial})=0.3 \times 4500 / 50.86 \times 400 \times 2.5 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=0.69\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

2.6.1 Cálculo de la Línea: AEF

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 13 m; Cos φ : 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$500 \times 1.8 = 900 \text{ W.}$

$I = 900 / 230 \times 0.9 = 4.35 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.52

$e(\text{parcial})=2 \times 13 \times 900 / 51.05 \times 230 \times 1.5 = 1.33 \text{ V.} = 0.58 \%$

$e(\text{total})=1.27\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

2.6.2 Cálculo de la Línea: AEP

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 67 m; Cos φ : 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$500 \times 1.8 = 900 \text{ W.}$

$I = 900 / 230 \times 0.9 = 4.35 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

Instalación eléctrica de de naves industriales

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 42.52
 $e(\text{parcial})=2 \times 67 \times 900 / 51.05 \times 230 \times 1.5 = 6.85 \text{ V.} = 2.98 \%$
 $e(\text{total})=3.67\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

2.6.3 Cálculo de la Línea: AEL

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 40 m; Cos φ : 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1500 \times 1.8 = 2700 \text{ W.}$

$I = 2700 / 230 \times 0.9 = 13.04 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 51.57
 $e(\text{parcial})=2 \times 40 \times 2700 / 49.44 \times 230 \times 2.5 = 7.6 \text{ V.} = 3.3 \%$
 $e(\text{total})=4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

2.7 CALCULO DE LA LINEA: AL4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 378 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $680.4 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 680.4 / 1,732 \times 400 \times 0.9 = 1.09 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5mm²Cu

Instalación eléctrica de de naves industriales

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.16

$e(\text{parcial})=0.3 \times 680.4 / 51.49 \times 400 \times 1.5 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total})=0.69\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

2.7.1 Cálculo de la Línea: A1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 44 m; Cos φ : 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 342 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $342 \times 1.8 = 615.6 \text{ W.}$

$I = 615.6 / 230 \times 0.9 = 2.97 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.18

$e(\text{parcial})=2 \times 44 \times 615.6 / 51.3 \times 230 \times 1.5 = 3.06 \text{ V.} = 1.33 \%$

$e(\text{total})=2.02\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

2.7.2 Cálculo de la Línea: AE3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ : 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 36 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $36 \times 1.8 = 64.8 \text{ W.}$

Instalación eléctrica de de naves industriales

$$I=64.8/230 \times 0.9=0.31 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 64.8 / 51.51 \times 230 \times 1.5=0.18 \text{ V.}=0.08 \%$$

$$e(\text{total})=0.77\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

2.8 CALCULO DE LA LINEA: AL5

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia a instalar: 3464 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$3585.6 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I=3585.6/1,732 \times 400 \times 0.9=5.75 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.36

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 3585.6 / 51.26 \times 400 \times 4=0.01 \text{ V.}=0 \%$$

$$e(\text{total})=0.69\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

2.8.1 Cálculo de la Línea: AV

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 12 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia a instalar: 128 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

Instalación eléctrica de de naves industriales

$$128 \times 1.8 = 230.4 \text{ W.}$$

$$I = 230.4 / 230 \times 0.9 = 1.11 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.17

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 12 \times 230.4 / 51.49 \times 230 \times 1.5 = 0.31 \text{ V.} = 0.14 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.83\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

2.8.2 Cálculo de la Línea: AE4

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 44 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia a instalar: 24 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$24 \times 1.8 = 43.2 \text{ W.}$$

$$I = 43.2 / 230 \times 0.9 = 0.21 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 44 \times 43.2 / 51.52 \times 230 \times 1.5 = 0.21 \text{ V.} = 0.09 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.78\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

2.8.3 Cálculo de la Línea: T1

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 39 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia a instalar: 3312 W.

Instalación eléctrica de de naves industriales

- Potencia de cálculo: 3312 W.

$$I=3312/230 \times 0.9=16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.53

$$e(\text{parcial})=2 \times 39 \times 3312 / 49.62 \times 230 \times 4 = 5.66 \text{ V.} = 2.46 \%$$

$$e(\text{total})=3.15\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

2.9 CALCULO DE LA LINEA: SPA

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 5 m; Cos ϕ : 0.9; Xu(m Ω /m): 0;

- Potencia a instalar: 15253.6 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
17020 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=17020/1,732 \times 400 \times 0.9=27.3 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.83

$$e(\text{parcial})=5 \times 17020 / 47.73 \times 400 \times 6 = 0.74 \text{ V.} = 0.19 \%$$

$$e(\text{total})=0.87\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Instalación eléctrica de de naves industriales

SUBCUADRO SPA

2.9.1 DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

| | |
|-----------|-----------|
| AEP1 | 448 W |
| AEP2 | 256 W |
| AE5 | 84 W |
| AOL | 1360 W |
| AE6 | 60 W |
| TCN1 | 3036 W |
| TCN2 | 3312 W |
| TCS1 | 3312 W |
| TCS2 | 2649.6 W |
| CDI | 736 W |
| TOTAL.... | 15253.6 W |

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 2208

- Potencia Instalada Fuerza (W): 13045.6

2.9.2 Cálculo de la Línea: L1SPA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 788 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
1418.4 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=1418.4/1,732 \times 400 \times 0.9=2.27 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.69

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 1418.4 / 51.39 \times 400 \times 1.5=0.01 \text{ V.}=0 \%$$

$$e(\text{total})=0.88\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Instalación eléctrica de de naves industriales

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

2.9.2.1 Cálculo de la Línea: AEP1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 22 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 448 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $448 \times 1.8 = 806.4$ W.

$$I = 806.4 / 230 \times 0.9 = 3.9 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.02

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 22 \times 806.4 / 51.14 \times 230 \times 1.5 = 2.01 \text{ V.} = 0.87 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.75\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

2.9.2.2 Cálculo de la Línea: AEP2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 22 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 256 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $256 \times 1.8 = 460.8$ W.

$$I = 460.8 / 230 \times 0.9 = 2.23 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.66

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 22 \times 460.8 / 51.39 \times 230 \times 1.5 = 1.14 \text{ V.} = 0.5 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.37\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Instalación eléctrica de de naves industriales

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

2.9.2.3 Cálculo de la Línea: AE5

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 40 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 84 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $84 \times 1.8 = 151.2$ W.

$$I = 151.2 / 230 \times 0.9 = 0.73 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.07

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 40 \times 151.2 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 0.68 \text{ V.} = 0.3 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.17\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

2.9.3 Cálculo de la Línea: L2SPA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1420 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 2556 W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 2556 / 1,732 \times 400 \times 0.9 = 4.1 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.14

$$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 2556 / 51.3 \times 400 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.88\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Instalación eléctrica de de naves industriales

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

2.9.3.1 Cálculo de la Línea: AOL

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1360 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1360 \times 1.8 = 2448$ W.

$$I = 2448 / 230 \times 0.9 = 11.83 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 49.51

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 25 \times 2448 / 49.79 \times 230 \times 2.5 = 4.27 \text{ V.} = 1.86 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.73\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

2.9.3.2 Cálculo de la Línea: AE6

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 23 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 60 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $60 \times 1.8 = 108$ W.

$$I = 108 / 230 \times 0.9 = 0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.04

Instalación eléctrica de de naves industriales

$e(\text{parcial})=2 \times 23 \times 108 / 51.51 \times 230 \times 1.5 = 0.28 \text{ V.} = 0.12 \%$
 $e(\text{total})=1\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

2.9.4 Cálculo de la Línea: L3SPA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 6348 W.
- Potencia de cálculo:
6348 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I=6348/1,732 \times 400 \times 0.9 = 10.18 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 47.05

$e(\text{parcial})=0.3 \times 6348 / 50.23 \times 400 \times 2.5 = 0.04 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=0.88\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

2.9.4.1 Cálculo de la Línea: TCN1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 22 m; Cos φ : 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 3036 W.
- Potencia de cálculo: 3036 W.

$I=3036/230 \times 0.9 = 14.67 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Instalación eléctrica de de naves industriales

Temperatura cable (°C): 54.63

$e(\text{parcial})=2 \times 22 \times 3036 / 48.91 \times 230 \times 2.5 = 4.75 \text{ V.} = 2.06 \%$

$e(\text{total})=2.95\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

2.9.4.2 Cálculo de la Línea: TCN2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 22 m; Cos φ : 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 3312 W.
- Potencia de cálculo: 3312 W.

$I=3312/230 \times 0.9=16 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.41

$e(\text{parcial})=2 \times 22 \times 3312 / 48.45 \times 230 \times 2.5 = 5.23 \text{ V.} = 2.27 \%$

$e(\text{total})=3.16\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

2.9.5 Cálculo de la Línea: L4SPA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 5961.6 W.
- Potencia de cálculo:
5961.6 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I=5961.6/1,732 \times 400 \times 0.9=9.56 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.22

Instalación eléctrica de de naves industriales

$e(\text{parcial})=0.3 \times 5961.6 / 50.38 \times 400 \times 2.5 = 0.04 \text{ V.} = 0.01 \%$
 $e(\text{total})=0.88\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

2.9.5.1 Cálculo de la Línea: TCS1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 24 m; Cos φ : 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 3312 W.
- Potencia de cálculo: 3312 W.

$I=3312/230 \times 0.9=16 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.41

$e(\text{parcial})=2 \times 24 \times 3312 / 48.45 \times 230 \times 2.5 = 5.71 \text{ V.} = 2.48 \%$

$e(\text{total})=3.36\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

2.9.5.2 Cálculo de la Línea: TCS2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 18 m; Cos φ : 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2649.6 W.
- Potencia de cálculo: 2649.6 W.

$I=2649.6/230 \times 0.9=12.8 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Instalación eléctrica de de naves industriales

Temperatura cable (°C): 51.15

$e(\text{parcial})=2 \times 18 \times 2649.6 / 49.51 \times 230 \times 2.5 = 3.35 \text{ V.} = 1.46 \%$

$e(\text{total})=2.34\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

2.9.6 Cálculo de la Línea: CDI

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 32 m; Cos φ : 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 736 W.
- Potencia de cálculo: 736 W.

$I=736/230 \times 0.9=3.56 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.86

$e(\text{parcial})=2 \times 32 \times 736 / 51.36 \times 230 \times 2.5 = 1.6 \text{ V.} = 0.69 \%$

$e(\text{total})=1.57\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

CALCULO DE EMBARRADO SPA

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

Instalación eléctrica de de naves industriales

- Sección (mm²): 75
- Ancho (mm): 25
- Espesor (mm): 3
- Wx, lx, Wy, ly (cm³, cm⁴) : 0.312, 0.39, 0.037, 0.005
- I. admisible del embarrado (A): 270

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 6.34^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.037 \cdot 1) = 1131.224 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 27.3 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 270 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 6.34 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 75 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 17.39 \text{ kA}$$

2.10 CALCULO DE LA LINEA: SSC

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m; Cos φ : 0.9; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 28475 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
26400x1.25+2171=35171 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I = 35171 / (1.732 \times 400 \times 0.9) = 56.41 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 77 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.1

e(parcial)=60x35171/48.67x400x25=4.34 V.=1.08 %

e(total)=1.77% ADMIS (4.5% MAX.)

Instalación eléctrica de de naves industriales

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

SUBCUADRO

SSC

2.10.1 DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

| | |
|------------|---------|
| ASC | 108 W |
| AESC | 12 W |
| TCSC | 1840 W |
| CI | 26400 W |
| BACS | 65 W |
| CC | 50 W |
| TOTAL..... | 28475 W |

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 120

- Potencia Instalada Fuerza (W): 28355

2.10.2 Cálculo de la Línea: L1SSC

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Potencia a instalar: 120 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

216 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I=216/1,732 \times 400 \times 0.9=0.35$ A.

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$e(\text{parcial})=0.3 \times 216 / 51.51 \times 400 \times 1.5=0$ V.=0 %

$e(\text{total})=1.77\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Instalación eléctrica de de naves industriales

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

2.10.2.1 Cálculo de la Línea: ASC

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 9 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 108 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $108 \times 1.8 = 194.4$ W.

$$I = 194.4 / 230 \times 0.9 = 0.94 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.12

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 9 \times 194.4 / 51.49 \times 230 \times 1.5 = 0.2 \text{ V.} = 0.09 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.86\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

2.10.2.2 Cálculo de la Línea: AESC

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 9 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 12 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $12 \times 1.8 = 21.6$ W.

$$I = 21.6 / 230 \times 0.9 = 0.1 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Instalación eléctrica de de naves industriales

Temperatura cable (°C): 40

$e(\text{parcial})=2 \times 9 \times 21.6 / 51.52 \times 230 \times 1.5 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=1.78\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

2.10.3 Cálculo de la Línea: TCSC

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 1840 W.

- Potencia de cálculo: 1840 W.

$I=1840/230 \times 0.9=8.89 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.37

$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 1840 / 50.53 \times 230 \times 2.5 = 1.27 \text{ V.} = 0.55 \%$

$e(\text{total})=2.32\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

2.10.4 Cálculo de la Línea: CI

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 3 m; Cos φ : 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 26400 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$26400 \times 1.25 = 33000 \text{ W.}$

$I=33000/1,732 \times 400 \times 0.9 \times 1 = 52.93 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 77 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Instalación eléctrica de de naves industriales

Temperatura cable (°C): 54.17

$e(\text{parcial})=3 \times 33000 / 48.99 \times 400 \times 25 \times 1 = 0.2 \text{ V.} = 0.05 \%$

$e(\text{total})=1.82\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

2.10.5 Cálculo de la Línea: BACS

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 3 m; Cos φ : 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 65 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$65 \times 1.25 = 81.25 \text{ W.}$$

$I = 81.25 / 1,732 \times 400 \times 0.9 \times 1 = 0.13 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$e(\text{parcial})=3 \times 81.25 / 51.52 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total})=1.77\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

2.10.6 Cálculo de la Línea: CC

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 3 m; Cos φ : 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 50 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$50 \times 1.25 = 62.5 \text{ W.}$$

$I = 62.5 / 1,732 \times 400 \times 0.9 \times 1 = 0.1 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Instalación eléctrica de de naves industriales

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40
 $e(\text{parcial})=3 \times 62.5 / 51.52 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0 \text{ V.} = 0 \%$
 $e(\text{total})=1.77\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

CALCULO DE EMBARRADO SSC

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 (mm²): 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

$$\sigma_{\text{max}} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 2.65^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 916.942 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

Instalación eléctrica de de naves industriales

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 56.41 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 2.65 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 5.57 \text{ kA}$$

2.11 CALCULO DE LA LINEA: STC1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 65 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 24360 W.
- Potencia de cálculo:
24360 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I = 24360 / (1,732 \times 400 \times 0.9) = 39.07 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 44 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63.65

$$e(\text{parcial}) = 65 \times 24360 / (47.44 \times 400 \times 10) = 8.34 \text{ V.} = 2.09 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.77\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

SUBCUADRO

STC1

2.11.1 DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

TC1.1

2944 W

Instalación eléctrica de de naves industriales

| | |
|-----------|---------|
| TC1.2 | 3680 W |
| TC1.3 | 17736 W |
| TOTAL.... | 24360 W |

- Potencia Instalada Fuerza (W): 24360

2.11.2 Cálculo de la Línea: TC1.1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1 m; Cos ϕ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2944 W.
- Potencia de cálculo: 2944 W.

$$I = 2944 / 230 \times 0.9 = 14.22 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.76

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 1 \times 2944 / 49.06 \times 230 \times 2.5 = 0.21 \text{ V.} = 0.09 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.86\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

2.11.3 Cálculo de la Línea: TC1.2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1 m Cos ϕ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3680 W.
- Potencia de cálculo: 3680 W.

$$I = 3680 / 230 \times 0.9 = 17.78 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Instalación eléctrica de de naves industriales

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.5

$e(\text{parcial}) = 2 \times 1 \times 3680 / 47.78 \times 230 \times 2.5 = 0.27 \text{ V.} = 0.12 \%$

$e(\text{total}) = 2.89\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

2.11.4 Cálculo de la Línea: TC1.3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1 m; Cos ϕ : 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 17736 W.
- Potencia de cálculo: 17736 W.

$I = 17736 / 1,732 \times 400 \times 0.9 = 28.44 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63.7

$e(\text{parcial}) = 1 \times 17736 / 47.43 \times 400 \times 6 = 0.16 \text{ V.} = 0.04 \%$

$e(\text{total}) = 2.81\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

CALCULO DE EMBARRADO STC1

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

Instalación eléctrica de de naves industriales

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- Wx, lx, Wy, ly (cm³,cm⁴) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 1.17^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 178.766 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 39.07 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 1.17 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 5.57 \text{ kA}$$

2.12 CALCULO DE LA LINEA: STC2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 63 m; Cos φ : 0.9; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 24360 W.
- Potencia de cálculo:
24360 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I = 24360 / (1.732 \times 400 \times 0.9) = 39.07 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 44 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63.65

$$e(\text{parcial}) = 63 \times 24360 / (47.44 \times 400 \times 10) = 8.09 \text{ V.} = 2.02 \%$$

Instalación eléctrica de de naves industriales

$e(\text{total})=2.71\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

SUBCUADRO

STC2

2.12.1 DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

| | |
|-----------|---------|
| TC2.1 | 2944 W |
| TC2.2 | 3680 W |
| TC2.3 | 17736 W |
| TOTAL.... | 24360 W |

- Potencia Instalada Fuerza (W): 24360

2.12.2 Cálculo de la Línea: TC2.1

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 1 m Cos φ : 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 2944 W.

- Potencia de cálculo: 2944 W.

$I=2944/230 \times 0.9=14.22$ A.

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.76

$e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 2944 / 49.06 \times 230 \times 2.5=0.21$ V.=0.09 %

$e(\text{total})=2.8\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Instalación eléctrica de de naves industriales

2.12.3 Cálculo de la Línea: TC2.2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1 m Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3680 W.
- Potencia de cálculo: 3680 W.

$$I=3680/230 \times 0.9=17.78 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.5

$$e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 3680 / 47.78 \times 230 \times 2.5 = 0.27 \text{ V.} = 0.12 \%$$

$$e(\text{total})=2.83\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

2.12.4 Cálculo de la Línea: TC2.3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 17736 W.
- Potencia de cálculo: 17736 W.

$$I=17736/400 \times 0.9=28.44 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63.7

$$e(\text{parcial})=1 \times 17736 / 47.43 \times 400 \times 6 = 0.16 \text{ V.} = 0.04 \%$$

$$e(\text{total})=2.75\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

CALCULO DE EMBARRADO STC2

Instalación eléctrica de de naves industriales

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 (mm²): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- Wx, lx, Wy, ly (cm³,cm⁴) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 1.2^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 188.93 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2$$

Cu

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 39.07 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 1.2 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 5.57 \text{ kA}$$

CALCULO DE EMBARRADO CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

Datos

- Metal: Cu

Instalación eléctrica de de naves industriales

- 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 (mm²): 60
- Ancho (mm): 20
- Espesor (mm): 3
- Wx, lx, Wy, ly (cm³,cm⁴) : 0.2, 0.2, 0.03, 0.0045
- I. admisible del embarrado (A): 220

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 0^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.03 \cdot 1) = 0 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 215.96 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 220 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 0 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 60 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 13.92 \text{ kA}$$

3. RESULTADOS EN TABLAS

Cuadro General de Mando y Protección

| Denominación | P.Cálculo Dist.Cálc | | Sección | I.CálculoI.Ad.. | | C.T.Parc. | C.T.Total | |
|--------------|---------------------|-----|--------------------|-----------------|-----|-----------|-----------|------------------|
| | Dimensiones(mm) | (m) | | (A) | (A) | | | |
| | (W) | (m) | (mm ²) | (A) | (A) | (%) | (%) | Tube,Canal,Band. |
| LGA. | 124465.8 | 40 | 4x240+TTx120Al | 179.66 | 490 | 0.42 | 0.42 | |

Instalación eléctrica de de naves industriales

| | | | | | | | | |
|-----------------|----------|-----|----------------|--------|-----|------|------|----|
| Der. Individual | 124465.8 | 15 | 4x75+TTx35Cu | 179.66 | 244 | 0.35 | 0.35 | |
| AL1 | 10274.4 | 0.3 | 4x6Cu | 16.48 | 36 | 0.01 | 0.26 | |
| APG1 | 5040 | 40 | 2x6+TTx6Cu | 24.35 | 36 | 2.59 | 2.85 | 25 |
| APG2 | 5040 | 42 | 2x6+TTx6Cu | 24.35 | 36 | 2.72 | 2.98 | 25 |
| AE1 | 194.4 | 75 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 0.94 | 15 | 0.71 | 0.98 | 16 |
| AL2 | 4514.4 | 0.3 | 4x2.5Cu | 7.24 | 21 | 0.01 | 0.26 | |
| AFG1 | 2296.8 | 25 | 2x2.5+TTx2.5Cu | 11.1 | 21 | 1.74 | 2 | 20 |
| AFG2 | 2088 | 26 | 2x2.5+TTx2.5Cu | 10.09 | 21 | 1.63 | 1.9 | 20 |
| AE2 | 129.6 | 35 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 0.63 | 15 | 0.22 | 0.49 | 16 |
| AL3 | 4500 | 0.3 | 4x4Cu | 7.22 | 27 | 0 | 0.26 | |
| AEF | 900 | 13 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 4.35 | 15 | 0.58 | 0.84 | 16 |
| AEP | 900 | 67 | 2x2.5+TTx2.5Cu | 4.35 | 21 | 1.78 | 2.04 | 20 |
| AEL | 2700 | 40 | 2x4+TTx4Cu | 13.04 | 27 | 2.03 | 2.29 | 20 |
| AL4 | 680.4 | 0.3 | 4x1.5Cu | 1.09 | 15 | 0 | 0.26 | |
| A1 | 615.6 | 44 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 2.97 | 15 | 1.33 | 1.59 | 16 |
| AE3 | 64.8 | 25 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 0.31 | 15 | 0.08 | 0.34 | 16 |
| AL5 | 3585.6 | 0.3 | 4x4Cu | 5.75 | 27 | 0 | 0.26 | |
| AV | 230.4 | 12 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 1.11 | 15 | 0.14 | 0.4 | 16 |
| AE4 | 43.2 | 44 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 0.21 | 15 | 0.09 | 0.35 | 16 |
| T1 | 3312 | 39 | 2x4+TTx4Cu | 16 | 27 | 2.46 | 2.72 | 20 |
| SPA | 17020 | 5 | 4x10+TTx10Cu | 27.3 | 44 | 0.11 | 0.37 | 32 |
| SSC | 35171 | 60 | 4x25+TTx16Cu | 56.41 | 77 | 1.08 | 1.34 | 50 |
| STC1 | 24360 | 65 | 4x10+TTx10Cu | 39.07 | 44 | 2.09 | 2.34 | 32 |
| STC2 | 24360 | 63 | 4x10+TTx10Cu | 39.07 | 44 | 2.02 | 2.28 | 32 |

Instalación eléctrica de de naves industriales

Cortocircuito

| Denominación | Longitud (m) | Sección (mm ²) | IpccI (kA) | P de C (kA) | IpccF (A) | tmcicc (sg) | tficc (sg) | Lmáx (m) | Curvas válidas |
|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|---------------|----------------|--------------|----------------|---------------|-------------|----------------|
| LINEA GENERAL ALIMENT. 200 | | 404x240+TTx120Cu | 12 | | 504916.42 | 48.73 | | 0.35 | 634.09 |
| AL1 | 0.3 | 4x6Cu | 9.87 | 10 | 4664.11 | 0.02 | | | 25 |
| APG1 | 40 | 2x6+TTx6Cu | 9.37 | 10 | 569.05 | 1.47 | | | 25;B,C,D |
| APG2 | 42 | 2x6+TTx6Cu | 9.37 | 10 | 544.99 | 1.6 | | | 25;B,C,D |
| AE1 | 75 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 9.37 | 10 | 84.39 | 4.18 | | | 10;B |
| AL2 | 0.3 | 4x2.5Cu | 9.87 | 10 | 4349.45 | | | | 16 |
| AFG1 | 25 | 2x2.5+TTx2.5Cu | 8.73 | 10 | 392.22 | 0.54 | | | 16;B,C,D |
| AFG2 | 26 | 2x2.5+TTx2.5Cu | 8.73 | 10 | 378.39 | 0.58 | | | 16;B,C,D |
| AE2 | 35 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 8.73 | 10 | 176.84 | 0.95 | | | 10;B,C |
| AL3 | 0.3 | 4x4Cu | 9.87 | 10 | 4546.91 | 0.01 | | | 16 |
| AEF | 13 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 9.13 | 10 | 448.69 | 0.15 | | | 10;B,C,D |
| AEP | 67 | 2x2.5+TTx2.5Cu | 9.13 | 10 | 155 | 3.44 | | | 10;B,C |
| AEL | 40 | 2x4+TTx4Cu | 9.13 | 10 | 393.84 | 1.36 | | | 16;B,C,D |
| AL4 | 0.3 | 4x1.5Cu | 9.87 | 10 | 4036.08 | | | | 10 |
| A1 | 44 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 8.11 | 10 | 141.43 | 1.49 | | | 10;B,C |
| AE3 | 25 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 8.11 | 10 | 242.68 | 0.51 | | | 10;B,C,D |
| AL5 | 0.3 | 4x4Cu | 9.87 | 10 | 4546.91 | 0.01 | | | 16 |
| AV | 12 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 9.13 | 10 | 482.28 | 0.13 | | | 10;B,C,D |
| AE4 | 44 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 9.13 | 10 | 142.01 | 1.48 | | | 10;B,C |
| T1 | 39 | 2x4+TTx4Cu | 9.13 | 10 | 403.08 | 1.3 | | | 16;B,C,D |
| SPA | 5 | 4x10+TTx10Cu | 9.87 | 10 | 3169.43 | 0.13 | | | 32;B,C,D |

Instalación eléctrica de de naves industriales

| | | | | | | | | |
|------|----|--------------|------|----|---------|------|--|----------|
| SSC | 60 | 4x25+TTx16Cu | 9.87 | 10 | 1326.85 | 4.69 | | 63;B,C,D |
| STC1 | 65 | 4x10+TTx10Cu | 9.87 | 10 | 585.86 | 3.85 | | 40;B,C |
| STC2 | 63 | 4x10+TTx10Cu | 9.87 | 10 | 602.28 | 3.65 | | 40;B,C |

Subcuadro SPA

| Denominación | P.Cálculo Dist.Cálc | | Sección | I.CálculoI.Adm.. | | C.T.Parc. | C.T.Total | |
|--------------|---------------------|-----|--------------------|------------------|-----|-----------|-----------|------------------|
| | Dimensiones(mm) | | | | | | | |
| | (W) | (m) | (mm ²) | (A) | (A) | (%) | (%) | Tube,Canal,Band. |
| L1SPA | 1418.4 | 0.3 | 4x1.5Cu | 2.27 | 15 | 0 | 0.37 | |
| AEP1 | 806.4 | 22 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 3.9 | 15 | 0.87 | 1.24 | 16 |
| AEP2 | 460.8 | 22 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 2.23 | 15 | 0.5 | 0.87 | 16 |
| AE5 | 151.2 | 40 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 0.73 | 15 | 0.3 | 0.66 | 16 |
| L2SPA | 2556 | 0.3 | 4x2.5Cu | 4.1 | 21 | 0 | 0.37 | |
| AOL | 2448 | 25 | 2x2.5+TTx2.5Cu | 11.83 | 21 | 1.86 | 2.23 | 20 |
| AE6 | 108 | 23 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 0.52 | 15 | 0.12 | 0.49 | 16 |
| L3SPA | 6348 | 0.3 | 4x2.5Cu | 10.18 | 21 | 0.01 | 0.37 | |
| TCN1 | 3036 | 22 | 2x2.5+TTx2.5Cu | 14.67 | 21 | 2.06 | 2.44 | 20 |
| TCN2 | 3312 | 22 | 2x2.5+TTx2.5Cu | 16 | 21 | 2.27 | 2.65 | 20 |
| L4SPA | 5961.6 | 0.3 | 4x2.5Cu | 9.56 | 21 | 0.01 | 0.37 | |
| TCS1 | 3312 | 24 | 2x2.5+TTx2.5Cu | 16 | 21 | 2.48 | 2.86 | 20 |
| TCS2 | 2649.6 | 18 | 2x2.5+TTx2.5Cu | 12.8 | 21 | 1.46 | 1.83 | 20 |
| CDI | 736 | 32 | 2x2.5+TTx2.5Cu | 3.56 | 21 | 0.69 | 1.06 | 20 |

Instalación eléctrica de de naves industriales

Cortocircuito

| Denominación | Longitud (m) | Sección (mm ²) | IpccI (kA) | P de C (kA) | IpccF (A) | tmcicc (sg) | tficc (sg) | Lmáx (m) | Curvas válidas |
|--------------|-----------------|-------------------------------|---------------|----------------|--------------|----------------|---------------|-------------|----------------|
| L1SPA | 0.3 | 4x1.5Cu | 6.36 | 10 | 2769.08 | | | | 10 |
| AEP1 | 22 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 5.56 | 6 | 265.16 | 0.42 | | | 10;B,C,D |
| AEP2 | 22 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 5.56 | 6 | 265.16 | 0.42 | | | 10;B,C,D |
| AE5 | 40 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 5.56 | 6 | 152.3 | 1.28 | | | 10;B,C |
| L2SPA | 0.3 | 4x2.5Cu | 6.36 | 10 | 2916.7 | 0.01 | | | 16 |
| AOL | 25 | 2x2.5+TTx2.5Cu | 5.86 | 6 | 375.09 | 0.59 | | | 16;B,C,D |
| AE6 | 23 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 5.86 | 6 | 255.89 | 0.45 | | | 10;B,C,D |
| L3SPA | 0.3 | 4x2.5Cu | 6.36 | 10 | 2916.7 | 0.01 | | | 16 |
| TCN1 | 22 | 2x2.5+TTx2.5Cu | 5.86 | 6 | 419 | 0.47 | | | 16;B,C,D |
| TCN2 | 22 | 2x2.5+TTx2.5Cu | 5.86 | 6 | 419 | 0.47 | | | 16;B,C,D |
| L4SPA | 0.3 | 4x2.5Cu | 6.36 | 10 | 2916.7 | 0.01 | | | 16 |
| TCS1 | 24 | 2x2.5+TTx2.5Cu | 5.86 | 6 | 388.67 | 0.55 | | | 16;B,C,D |
| TCS2 | 18 | 2x2.5+TTx2.5Cu | 5.86 | 6 | 496.49 | 0.34 | | | 16;B,C,D |
| CDI | 32 | 2x2.5+TTx2.5Cu | 6.36 | 10 | 303.94 | 0.89 | | | 16;B,C |

Subcuadro SSC

| Denominación | P.Cálculo (W) | Dist.Cálc Dimensiones(mm) (m) | Sección (mm ²) | I.CálculoI. (A) | I.Admi. (A) | C.T.Parc. (%) | C.T.Total (%) | Tube,Canal,Band. |
|--------------|------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|
| L1SSC | 216 | 0.3 | 4x1.5Cu | 0.35 | 15 | 0 | 1.34 | |

Instalación eléctrica de de naves industriales

| | | | | | | | | |
|------|-------|----|----------------|-------|----|------|------|----|
| ASC | 194.4 | 9 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 0.94 | 15 | 0.09 | 1.43 | 16 |
| AESC | 21.6 | 9 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 0.1 | 15 | 0.01 | 1.35 | 16 |
| TCSC | 1840 | 10 | 2x2.5+TTx2.5Cu | 8.89 | 21 | 0.55 | 1.89 | 20 |
| CI | 33000 | 3 | 4x25+TTx16Cu | 52.93 | 77 | 0.05 | 1.39 | 50 |
| BACS | 81.25 | 3 | 4x4+TTx4Cu | 0.13 | 24 | 0 | 1.34 | 25 |
| CC | 62.5 | 3 | 4x4+TTx4Cu | 0.1 | 24 | 0 | 1.34 | 25 |

Cortocircuito

| Denominación | Longitud (m) | Sección (mm ²) | I _{pccI} (kA) | P de C (kA) | I _{pccF} (A) | t _{mcc} (sg) | t _{ficc} (sg) | L _{máx} (m) | Curvas válidas |
|--------------|-----------------|-------------------------------|---------------------------|----------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------|
| L1SSC | 0.3 | 4x1.5Cu | 2.66 | 4.5 | 1249.89 | 0.02 | | | 10 |
| ASC | 9 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 2.51 | 4.5 | 455.43 | 0.14 | | | 10;B,C,D |
| AESC | 9 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 2.51 | 4.5 | 455.43 | 0.14 | | | 10;B,C,D |
| TCSC | 10 | 2x2.5+TTx2.5Cu | 2.66 | 4.5 | 593.96 | 0.23 | | | 16;B,C,D |
| CI | 3 | 4x25+TTx16Cu | 2.66 | 4.5 | 1279.58 | 5.05 | | | 63;B,C,D |
| BACS | 3 | 4x4+TTx4Cu | 2.66 | 4.5 | 1077.85 | 0.18 | | | 16;B,C,D |
| CC | 3 | 4x4+TTx4Cu | 2.66 | 4.5 | 1077.85 | 0.18 | | | 16;B,C,D |

Subcuadro STC1

| Denominación | P.Cálculo (W) | Dist.Cálc Dimensiones(mm) (m) | Sección (mm ²) | I.CálculoI. (A) | I.Admi. (A) | C.T.Parc. (%) | C.T.Total (%) | Curvas válidas Tubo,Canal,Band. |
|--------------|------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------|----------------|------------------|------------------|------------------------------------|
| TC1.1 | 2944 | 1 | 2x2.5+TTx2.5Cu | 14.22 | 21 | 0.09 | 2.43 | 20 |

Instalación eléctrica de de naves industriales

| | | | | | | | | |
|-------|-------|---|----------------|-------|----|------|------|----|
| TC1.2 | 3680 | 1 | 2x2.5+TTx2.5Cu | 17.78 | 21 | 0.12 | 2.46 | 20 |
| TC1.3 | 17736 | 1 | 4x6+TTx6Cu | 28.44 | 32 | 0.04 | 2.38 | 25 |

Cortocircuito

| Denominación | Longitud (m) | Sección (mm ²) | I _{pccl} (kA) | P de C (kA) | I _{pcF} (A) | t _{mcicc} (sg) | t _{ficc} (sg) | L _{máx} | Curvas válidas |
|--------------|-----------------|-------------------------------|---------------------------|----------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------|----------------|
| TC1.1 | 1 | 2x2.5+TTx2.5Cu | 1.18 | 4.5 | 555.56 | 0.27 | | | 16;B,C,D |
| TC1.2 | 1 | 2x2.5+TTx2.5Cu | 1.18 | 4.5 | 555.56 | 0.27 | | | 20;B,C,D |
| TC1.3 | 1 | 4x6+TTx6Cu | 1.18 | 4.5 | 572.84 | 1.45 | | | 32;B,C |

Subcuadro STC2

| Denominación | P.Cálculo (W) | Dist.Cálc Dimensiones(mm) (m) | Sección (mm ²) | I.CálculoI.Admi. (A) | I.CálculoI.Admi. (A) | C.T.Parc. (%) | C.T.Total (%) | Tubo,Canal,Band. |
|--------------|------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|------------------|------------------|
| TC2.1 | 2944 | 1 | 2x2.5+TTx2.5Cu | 14.22 | 21 | 0.09 | 2.37 | 20 |
| TC2.2 | 3680 | 1 | 2x2.5+TTx2.5Cu | 17.78 | 21 | 0.12 | 2.4 | 20 |
| TC2.3 | 17736 | 1 | 4x6+TTx6Cu | 28.44 | 32 | 0.04 | 2.32 | 25 |

Cortocircuito

| Denominación | Longitud (m) | Sección (mm ²) | I _{pccl} (kA) | P de C (kA) | I _{pcF} (A) | t _{mcicc} (sg) | t _{ficc} (sg) | L _{máx} | Curvas válidas |
|--------------|-----------------|-------------------------------|---------------------------|----------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------|----------------|
| TC2.1 | 1 | 2x2.5+TTx2.5Cu | 1.21 | 4.5 | 570.31 | 0.25 | | | 16;B,C,D |

Instalación eléctrica de de naves industriales

| | | | | | | | |
|-------|---|----------------|------|-----|--------|------|----------|
| TC2.2 | 1 | 2x2.5+TTx2.5Cu | 1.21 | 4.5 | 570.31 | 0.25 | 20;B,C,D |
| TC2.3 | 1 | 4x6+TTx6Cu | 1.21 | 4.5 | 588.53 | 1.37 | 32;B,C |

4. CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA

- La resistividad del terreno es 300 ohmiosxm.
- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

| | | |
|-----------------------------------|--------------------|----------------|
| M. conductor de Cu desnudo | 35 mm ² | 30 m. |
| M. conductor de Acero galvanizado | 95 mm ² | |
| Picas verticales de Cobre | 14 mm | |
| de Acero recubierto Cu | 14 mm | 1 picas de 2m. |
| de Acero galvanizado | 25 mm | |

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 17.65 ohmios.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

Así mismo cabe señalar que la linea principal de tierra no será inferior a 16 mm² en Cu, y la linea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm² en Cu.

ANEXO 3: SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD DEL CT

1. OBJETO.

Dar cumplimiento a las disposiciones del R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen los requisitos mínimos de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo es objeto de este estudio de seguridad dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo, de informar y dar instrucciones adecuadas en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes.

2. CARACTERISTICAS DE LA OBRA.

Descripción de la obra y situación.

La situación de la obra a realizar y la descripción de la misma se recoge en la Memoria del presente proyecto.

2.1 SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA.

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra

2.2 SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la obra.

2.3 VERTIDO DE AGUAS SUCIAS, SERVICIOS HIGIENICOS.

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

Instalación eléctrica de de naves industriales

Caso de no existir red de alcantarillado se dispondrá de un sistema que evite que las aguas fecales puedan afectar de algún modo al medio ambiente.

2.4 INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS.

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección facultativa, que será quien resuelva en las mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

En obras de ampliación y/o remodelación de instalaciones en servicio, deberá existir un coordinador de Seguridad y Salud que habrá de reunir las características descritas en el párrafo anterior, quien resolverá las interferencias, adoptando las medidas oportunas que puedan derivarse.

3. MEMORIA.

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividen los trabajos por unidades constructivas dentro de los apartados de obra civil y montaje.

3.1 OBRA CIVIL.

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención.

3.1.1 Movimiento de tierras y cimentaciones

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas a las zanjas.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- Atropellos causados por la maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

b) Medidas de preventivas

- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

Instalación eléctrica de de naves industriales

- Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

3.1.2 Estructura.

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- Cortes en las manos.
- Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.
- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- Golpes en las manos, pies y cabeza.
- Electrocuciiones por contacto indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- Sobreesfuerzos.

b) Medidas preventivas

- Emplear bolsas porta-herramientas.
- Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

3.1.3 Cerramientos.

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura.
- Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).

b) Medidas de prevención

- Señalizar las zonas de trabajo.
- Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

3.1.4 Albañilería.

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- Cortes y heridas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

b) Medidas de prevención

- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

3.2 MONTAJE.

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención y de protección.

3.2.1 Colocación de soportes y embarrados

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al distinto nivel.
- Choques o golpes.
- Proyección de partículas.
- Contacto eléctrico indirecto.

b) Medidas de prevención

- Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
- Disponer de iluminación suficiente.

Instalación eléctrica de de naves industriales

- Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

3.2.2 Montaje de Celdas Prefabricadas o apartamenta, Transformadores de potencia y Cuadros de BT.

a) Riesgos más frecuentes

- Atrapamientos contra objetos.
- Caídas de objetos pesados.
- Esfuerzos excesivos.
- Choques o golpes.

b) Medidas de prevención

- Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.
- Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
- Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
 - Cables, poleas y tambores
 - Mandos y sistemas de parada.
 - Limitadores de carga y finales de carrera.
 - Frenos.
- Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.
- Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalista o por el enganchador.

3.2.3 Operaciones de puesta en tensión.

a) Riesgos más frecuentes

- Contacto eléctrico en A.T. y B.T.

Instalación eléctrica de de naves industriales

- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes.

b) Medidas de prevención

- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.
- Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

4. ASPECTOS GENERALES.

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la Obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

4.1 BOTIQUIN DE OBRA.

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

5. NORMATIVA APLICABLE.

5.1 NORMAS OFICIALES.

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Revisión.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, reforma de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 842/2002. Nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 3275/1982. Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero. Reglamento de Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997 en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

- Real Decreto 487/1997 relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal.
- Real Decreto 1215/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 2177/2004. Modificación del Real Decreto 1215/1997 de disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 1627/1997 relativo a las obras de construcción.
- Real Decreto 604/2006, que modifica los Reales Decretos 39/1997 y 1627/1997.
- Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 1109/2007 que desarrolla la Ley 32/2006.
- Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia del documento.

ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD DE LA INSTALACION DE BT

1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

1.1. INTRODUCCION.

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. DERECHOS Y OBLIGACIONES.

1.2.1. Derecho a la protección frente a riesgos laborales.

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

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

1.2.2. Principios de la acción preventiva.

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

- Evitar los riesgos.

Instalación eléctrica de de naves industriales

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

1.2.3. Evaluación de los riesgos.

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

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

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

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

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

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

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

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

1.2.4. Equipos de trabajo y medios de protección.

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

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

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

1.2.5. Información, consulta y participación de los trabajadores.

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

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

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

1.2.6. Formación de los trabajadores.

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

Instalación eléctrica de de naves industriales

1.2.7. Medidas de emergencia.

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

1.2.8. Riesgo grave e inminente.

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

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

1.2.9. Vigilancia de la salud.

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

1.2.10. Documentación.

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

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

1.2.11. Coordinación de las actividades empresariales.

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

1.2.12. Protección de los 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.

Instalación eléctrica de de naves industriales

1.2.13. Protección de la maternidad.

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

1.2.14. Protección de los menores.

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

1.2.15. Relaciones de trabajo temporales, de duración determinada y empresas de trabajo temporal.

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

1.2.16. Obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos.

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

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

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

1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

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

Instalación eléctrica de de naves industriales

concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

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

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

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

1.3.2. Servicios de prevención.

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

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

1.4. CONSULTA Y PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES.

1.4.1. Consulta de los trabajadores.

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

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

1.4.2. Derechos de participación y representación.

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

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

Instalación eléctrica de de naves industriales

1.4.3 Delegados de prevención.

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

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

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

2. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.

2.1. INTRODUCCION.

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

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán 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.

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.

2.2.1. Condiciones constructivas.

Instalación eléctrica de de naves industriales

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 m² por trabajador, un volumen mayor a 10 m³ 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

Instalación eléctrica de de naves industriales

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).

2.2.2. 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.

2.2.3 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.

Instalación eléctrica de de naves industriales

- 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 m³ 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 m³ en los casos restantes.
- Se evitarán los olores desagradables.

2.2.4. 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:

- Areas o locales de uso ocasional: 50 lux
- Areas 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.

2.2.5. 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

Instalación eléctrica de de naves industriales

fumadores.

2.2.6. 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, mercurocromo, 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.

3. DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

3.1. INTRODUCCION.

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

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que 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**, entendiendo 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. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

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

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

Instalación eléctrica de de naves industriales

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.

4. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

4.1. INTRODUCCION.

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

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran 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.

4.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.

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

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

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

Instalación eléctrica de de naves industriales

- 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.

4.2.1. 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.

Instalación eléctrica de de naves industriales

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.

4.2.2. 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.

4.2.3. 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.

Instalación eléctrica de de naves industriales

4.2.4. 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.

Instalación eléctrica de de naves industriales

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.

4.2.5. 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

Instalación eléctrica de de naves industriales

vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

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

5. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.

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.

5.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

5.2.1. Riesgos más frecuentes en las obras de construcción.

Instalación eléctrica de de naves industriales

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.

5.2.2. Medidas preventivas de carácter general.

Instalación eléctrica de de naves industriales

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.

Instalación eléctrica de de naves industriales

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.

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.

Instalación eléctrica de de naves industriales

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

Instalación eléctrica de de naves industriales

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.

Instalación eléctrica de de naves industriales

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 perfilería.

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

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

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

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

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

Montaje de prefabricados.

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

Instalación eléctrica de de naves industriales

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, tablonés, 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.

Instalación eléctrica de de naves industriales

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

Instalación eléctrica de de naves industriales

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.

Instalación eléctrica de de naves industriales

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

Instalación eléctrica de de naves industriales

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.

5.3. DISPOSICIONES ESPECIFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS.

Quando 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.

Quando 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.

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

6.1. INTRODUCCION.

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

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

6.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.

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

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.

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.

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.

6.2.4. Protectores de 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.