

---

**NORMA CUBANA**

**NC**

775-10: 2012

---

**BASES PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE  
INVERSIONES TURÍSTICAS — PARTE 10: REQUISITOS  
DE ELECTROENERGÉTICA**

**Design and Building Bases for Tourism Investment — Part 10: Requirements  
for Electricity**

---

ICS: 03.200; 01.100

1. Edición      Mayo 2012  
**REPRODUCCIÓN PROHIBIDA**

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 El Vedado, La Habana. Cuba.  
Teléfono: 830-0835 Fax: (537) 836-8048; Correo electrónico: [nc@ncnorma.cu](mailto:nc@ncnorma.cu); Sitio  
Web: [www.nc.cubaindustria.cu](http://www.nc.cubaindustria.cu)



Cuban National Bureau of Standards

## NC 775-10: 2012

### Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC) es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba y representa al país ante las organizaciones internacionales y regionales de normalización.

La elaboración de las Normas Cubanas y otros documentos normativos relacionados se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. Su aprobación es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en las evidencias del consenso.

#### La Norma Cubana NC 775:

- Consta de las siguientes partes, bajo el título general de *Bases para el Diseño y Construcción de Inversiones Turísticas*:

- Parte 1: Requisitos Básicos.
- Parte 2: Requisitos de Tecnología Turística
- Parte 3: Requisitos de Localización
- Parte 4: Requisitos de Arquitectura
- Parte 5: Requisitos de Marinas.
- Parte 6: Requisitos para Instalaciones de Ofertas Extrahoteleras.
- Parte 7: Requisitos de Topografía, Movimiento de Tierra y Viales
- Parte 8: Requisitos de Estructura
- Parte 9: Requisitos de Mecánica.
- Parte 10: Requisitos de Electroenergética.
- Parte 11: Requisitos de Comunicaciones.
- Parte 12: Requisitos de Automatización.
- Parte 13: Requisitos de Hidráulica y Sanitaria.
- Parte 14: Requisitos de Organización de Obras.

#### Esta NC 775-10:

- Sustituye a la NC 45-7:1999 *Bases de diseño para el turismo — Parte 7: Electroenergéticas*.
- Incluye los cambios siguientes:
  - sólo se consigna la participación de la Institución a la que pertenecen los especialistas,
  - se adiciona una Introducción,
  - se actualizan las referencias normativas y
  - se perfeccionan y se amplían los aspectos siguientes:
    - o Iluminación artificial para establecimientos turísticos
    - o Protección contra el contacto directo
    - o Sistema de toma de tierra
    - o Protección contra descargas eléctricas atmosféricas
  - se adiciona la instalación del sistema de alimentación eléctrica estabilizada.
- Ha sido elaborada por los especialistas de las instituciones siguientes:
  - Dirección de Normalización del Ministerio de la Construcción
  - Unidad Técnica de Inversiones del Turismo del Ministerio del Turismo
  - Comité Técnico de Normalización NC/CTN 24 de Construcción de Edificaciones
  - Instituto de Investigaciones de Normalización
  - Inmobiliaria ALMEST
  - Inmobiliaria MINTUR
  - Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría
  - Empresa de Proyectos INEL
  - Empresa de Proyectos EPROB
  - Empresa de Proyectos EPROYIV
  - Gran Caribe
  - Gaviota
  - Habaguanex
  - Bouygues
  - Empresa "Conrado Benítez" (ELEKA)
  - Empresa Nacional de Automatización Integral (CEDAI)
  - Ministerio del Interior (SEPSA, SEISA, APCI)
  - OSEDIP.CE
  - ALIMATIC
- Incluye los Anexos siguientes: Anexo A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L y M

### © NC, 2012

**Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada en alguna forma o por medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias, fotografías y microfilmes, sin el permiso escrito previo de:**

**Oficina Nacional de Normalización (NC)**

**Calle E No. 261, El Vedado, La Habana, Habana 4, Cuba.**

**Impreso en Cuba.**

## Índice

<b>0</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	<b>Objeto .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Referencias normativas .....</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>Términos y definiciones .....</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>Características generales de la instalación electroenergética .....</b>	<b>15</b>
<b>4.1</b>	<b>Suministro de energía eléctrica .....</b>	<b>15</b>
<b>4.2</b>	<b>Demanda máxima y consumo anual de energía eléctrica .....</b>	<b>17</b>
<b>4.3</b>	<b>Tensiones eléctricas en la instalación electroenergética.....</b>	<b>22</b>
<b>4.4</b>	<b>Esquema de la instalación electroenergética.....</b>	<b>23</b>
<b>4.5</b>	<b>Compensación del factor de potencia.....</b>	<b>28</b>
<b>4.6</b>	<b>Iluminación artificial para establecimientos turísticos .....</b>	<b>35</b>
<b>4.6.1</b>	<b>Generalidades .....</b>	<b>35</b>
<b>4.6.2</b>	<b>Habitaciones y apartamentos.....</b>	<b>37</b>
<b>4.6.3</b>	<b>Servicios sanitarios .....</b>	<b>37</b>
<b>4.6.5</b>	<b>Restaurantes, cafeterías, salones de banquetes y bares .....</b>	<b>38</b>
<b>4.6.6</b>	<b>Salones polivalentes .....</b>	<b>38</b>
<b>4.6.7</b>	<b>Pasillos y escaleras .....</b>	<b>39</b>
<b>4.6.8</b>	<b>Cocina central .....</b>	<b>39</b>
<b>4.6.9</b>	<b>Cámaras frías .....</b>	<b>39</b>
<b>4.6.10</b>	<b>Otros aspectos de la iluminación artificial .....</b>	<b>40</b>
<b>4.6.11</b>	<b>Iluminación de emergencia.....</b>	<b>41</b>
<b>4.7</b>	<b>Conductores eléctricos y canalizaciones .....</b>	<b>44</b>
<b>4.8</b>	<b>Protección contra el contacto directo con partes activas .....</b>	<b>45</b>
<b>4.9</b>	<b>Protección contra el contacto indirecto.....</b>	<b>45</b>

<b>4.10 Sistema de tomas de tierra .....</b>	<b>55</b>
<b>4.10.1 Electrodo de tierra .....</b>	<b>55</b>
<b>4.10.2 Barra principal de tierra (BPT) .....</b>	<b>57</b>
<b>4.11 Protección contra descargas eléctricas atmosféricas.....</b>	<b>59</b>
<b>4.12 Protección del equipamiento eléctrico .....</b>	<b>60</b>
<b>4.12.1 Transformadores de potencia de media tensión en el lado primario .....</b>	<b>61</b>
<b>4.12.2 Transformadores de potencia de tensión especificada menor de 600 V en cualquiera de sus devanados .....</b>	<b>61</b>
<b>4.12.3 Transformador de tensión .....</b>	<b>61</b>
<b>4.12.4 Capacitores para compensación del factor de potencia .....</b>	<b>62</b>
<b>4.12.5 Motores .....</b>	<b>62</b>
<b>4.12.6 Generadores .....</b>	<b>62</b>
<b>5 Requisitos de diseño de la instalación electroenergética .....</b>	<b>62</b>
<b>5.1 Local eléctrico principal .....</b>	<b>62</b>
<b>5.1.1 Celdas de media tensión (CMT) .....</b>	<b>63</b>
<b>5.1.2 Transformadores principales de potencia (TPP) .....</b>	<b>63</b>
<b>5.1.3 Centro general de distribución de baja tensión (CGD) .....</b>	<b>63</b>
<b>5.1.4 Cámara de transformadores.....</b>	<b>64</b>
<b>5.1.5 Grupo electrógeno de emergencia .....</b>	<b>72</b>
<b>5.2 Instalación de conductores y canalizaciones .....</b>	<b>79</b>
<b>5.2.1 Instalación de conductores de cobre hasta 1 kV.....</b>	<b>79</b>
<b>5.2.2 Formas de instalación .....</b>	<b>79</b>
<b>5.2.3 Requisitos de los conductores eléctricos de cobre hasta 1 kV.....</b>	<b>83</b>
<b>5.3 Circuitos en el área de alojamiento .....</b>	<b>85</b>
<b>5.3.1 En establecimientos de alojamiento con categoría de 5 estrellas .....</b>	<b>85</b>
<b>5.3.2 En establecimientos de alojamiento con categoría de 4 y 3 estrellas .....</b>	<b>86</b>

5.3.3 En establecimientos de alojamiento con categoría de 2 y 1 estrellas .....	86
5.3.4 En las suites .....	86
5.4 Paneles generales.....	86
5.5 Instalación para la iluminación .....	87
5.5.1 Conductores en tubería plástica de PVC, flexible o rígida, oculta en falso techo.....	87
5.5.2 Cable multiconductor oculto en falso techo .....	88
5.5.3 Conductores en tubería plástica de PVC de mediano impacto empotrada en losa de techo .....	88
5.5.4 Conductores en tubería plástica de PVC pesada adosada (expuesta) a superficie de techo .....	89
5.5.5 Conductores en tubería plástica de PVC ligera oculta (empotrada) en paredes o paneles ligeros .....	90
5.6 Luminarias en interiores .....	90
5.6.1 En cubiertas con falso techo.....	90
5.6.2 En superficie de techo y pared (adosadas) .....	90
5.6.3 Suspendidas del techo.....	90
5.7 Luminarias exteriores.....	90
5.8 Instalación en cámaras frías.....	91
5.9 Instalación de interruptores para iluminación .....	92
5.10 Instalación eléctrica de tomacorrientes.....	92
5.10.1 Guía para la ubicación de tomacorrientes.....	92
5.11 Instalación eléctrica en la zona de la piscina y áreas aledañas.....	94
5.11.1 Zona 0.....	95
5.11.2 Zona 1.....	96
5.11.3 Zona 2.....	96
5.11.4 Puesta a tierra y conexiones equipotenciales en piscinas .....	97
5.12 Instalación eléctrica para ascensores.....	98

<b>5.12.1 Generalidades .....</b>	<b>98</b>
<b>5.12.2 Conductores eléctricos.....</b>	<b>99</b>
<b>5.12.3 Iluminación .....</b>	<b>99</b>
<b>5.12.4 Dispositivo de desconexión .....</b>	<b>100</b>
<b>5.12.5 Tomacorrientes .....</b>	<b>100</b>
<b>5.12.6 Protección de sobrecorriente.....</b>	<b>100</b>
<b>5.13 Instalación eléctrica en cocinas.....</b>	<b>101</b>
<b>5.14 Instalación de motores eléctricos.....</b>	<b>101</b>
<b>5.14.1 Fijación.....</b>	<b>101</b>
<b>5.14.2 Ubicación .....</b>	<b>102</b>
<b>5.14.3 Identificación .....</b>	<b>102</b>
<b>5.15 Instalación de redes eléctricas exteriores propias del establecimiento turístico .....</b>	<b>102</b>
<b>5.15.1 Cables multiconductores enterrados directamente .....</b>	<b>102</b>
<b>5.15.2 Cables mono o multiconductores en conductos de PVC o asbesto cemento.....</b>	<b>103</b>
<b>5.15.3 Registros exteriores .....</b>	<b>103</b>
<b>5.16 Instalación del sistema de tomas de tierra .....</b>	<b>103</b>
<b>5.17 Instalaciones de protección contra descargas eléctricas atmosféricas .....</b>	<b>106</b>
<b>5.17.1 Puntas captadoras.....</b>	<b>106</b>
<b>5.17.2 Malla de conductores sobre la cubierta.....</b>	<b>106</b>
<b>5.17.3 Bajantes .....</b>	<b>107</b>
<b>5.17.4 Protección en el interior de las edificaciones .....</b>	<b>108</b>
<b>5.18 Instalación del sistema de alimentación eléctrica estabilizada .....</b>	<b>108</b>
<b>6 Especificaciones básicas del equipamiento eléctrico .....</b>	<b>110</b>
<b>6.1 Generalidades .....</b>	<b>110</b>
<b>6.2 Subestaciones transformadoras.....</b>	<b>112</b>

6.2.1 Subestaciones transformadoras integradas .....	112
6.2.2 Subestaciones transformadoras no integradas.....	112
6.2.3 Grupos electrógenos de servicio propio .....	113
6.3 Dispositivos para media tensión (hasta 34,5 kV).....	121
6.3.1 Celda con interruptor-seccionador (A) .....	121
6.3.2 Celda con interruptor y fusibles acoplados (B) .....	122
6.3.3 Celda con disyuntor (interruptor automático)(C).....	123
6.3.4 Celda con seccionador de barra (D).....	125
6.3.5 Requisitos constructivos de las celdas .....	126
6.4 Transformadores de potencia .....	126
6.4.1 Transformadores de potencia del tipo sumergido en aceite.....	126
6.4.2 Transformadores de potencia de tipo seco.....	129
6.5 Centro general de distribución de baja tensión (CGD) .....	131
6.5.1 CGD / BT para interiores .....	131
6.5.2 Centros de control de motores (CCM) .....	137
6.5.3 Capacitores y bancos de capacitores .....	138
6.5.4 Centros de distribución de fuerza (CDF) .....	139
6.5.5 Paneles eléctricos.....	140
6.5.6 Contactores y arranques magnéticos .....	143
6.6 Motores eléctricos .....	144
6.7 Luminarias, lámparas y componentes .....	145
6.7.1 Luminarias y lámparas incandescentes .....	145
6.7.2 Luminarias y lámparas fluorescentes .....	148
6.7.3 Luminarias y lámparas de vapor de mercurio a alta presión.....	151
6.7.4 Luminarias y lámparas de vapor de sodio a alta presión.....	152
6.7.5 Luminarias y lámparas de halógenos metálicos.....	153

6.7.6 Luminarias para iluminación de evacuación.....	154
6.7.7 Luminarias para iluminación subacuática.....	154
6.8 Postes (columnas) para iluminación exterior .....	154
6.9 Conductores y blindobarras.....	155
6.9.1 Conductores hasta 1 kV.....	155
6.9.2 Conductores de MT .....	155
6.9.3 Blindobarras de baja tensión (canalizaciones eléctricas prefabricadas).....	156
6.10 Canalizaciones .....	157
6.10.1 Tuberías plásticas.....	157
6.10.2 Tuberías metálicas rígidas.....	157
6.10.3 Tuberías flexibles.....	157
6.10.4 Bandejas porta cables.....	158
6.11 Accesorios de la instalación .....	158
6.11.1 Tomacorrientes .....	158
6.11.2 Interruptores de pared.....	159
6.11.3 Cajas eléctricas y tapas .....	159
6.12 Materiales y accesorios para tomas de tierra artificiales .....	160
6.13 Materiales y accesorios para las instalaciones de protección contra descargas eléctricas atmosféricas .....	160
6.14 Perfiles de acero y tornillería.....	160
7 Puesta en marcha de instalaciones eléctricas .....	160
Anexo A (normativo) Grupos electrógenos.....	161
Anexo B (Normativo) Ejemplo de cálculo de la demanda máxima de una instalación turística utilizando las tablas de la presente norma .....	179
Anexo C (Informativo) Instalaciones electroenergéticas para las marinas y embarcaciones de recreo.....	182

<b>Anexo D (Normativo) Funcionamiento del circuito de control en un esquema eléctrico con secundario selectivo automático .....</b>	<b>191</b>
<b>Anexo E (Normativo) Protección eléctrica de transformadores de potencia. coordinación</b>	<b>195</b>
<b>Anexo F (Normativo) Iluminación de emergencia.....</b>	<b>211</b>
<b>Anexo G (Informativo) Canalizaciones eléctricas de baja y media tensión.....</b>	<b>221</b>
<b>Anexo H (Normativo) Toma de tierra a través de los elementos de hormigón armado de una edificación.....</b>	<b>230</b>
<b>Anexo I (Normativo) Cálculo de cortocircuito y datos de partida.....</b>	<b>240</b>
<b>Anexo J (Normativo) Determinación de la potencia de los transformadores .....</b>	<b>249</b>
<b>Anexo K (Normativo) Tabla de intensidades nominales .....</b>	<b>254</b>
<b>Anexo L (Normativo) Interruptores automáticos modulares (IAM).....</b>	<b>264</b>
<b>Anexo M (Informativo) Puesta en marcha de las instalaciones eléctricas de un objetivo turístico .....</b>	<b>268</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>275</b>

## 0 Introducción

**0.1** Esta Norma Cubana es el resultado de un proceso de consultas y análisis de opiniones a las entidades inversionistas y explotadoras de las Instalaciones Turísticas, a las entidades proyectistas y a las entidades constructoras y contratistas de estas obras; así como a diversos Organismos del Estado relacionadas con esta actividad. Todo lo cual se ha organizado y realizado en conjunto por la Unidad Técnica de Inversiones del Turismo del Ministerio del Turismo y la Dirección de Normalización del Ministerio de la Construcción.

**0.2** En esta norma se han incorporado los conceptos y tendencias actuales de la evolución dinámica de la industria turística y se han actualizado los requisitos correspondientes a las nuevas normas de referencia, publicadas en el período transcurrido de 1999 al 2009, que deben ser aplicado en este programa. Con ello se espera lograr un producto turístico que cumpla satisfactoriamente con las actuales y futuras exigencias de la hotelería, como mínimo en los próximos 5 años.

**0.3** El ahorro de recursos materiales y de portadores energéticos ha sido una premisa fundamental en la formulación de esta nueva edición; así como el incremento de los requisitos para la impermeabilización no sólo de las cubiertas sino también de los zonas húmedas. Por otra parte tanto las instalaciones hidráulicas y sanitarias, las instalaciones eléctricas, la automatización y la envolvente arquitectónica deberán cumplir las especificaciones del Norma Cubana NC 220 para una mayor eficiencia energética. Debe considerarse con sumo cuidado todo lo que se prescribe en la Norma Cubana NC 391 sobre la accesibilidad de todas las personas.

Por tanto, se considera que esta nueva edición debe servir a todas las partes involucradas en el proceso no sólo de las nuevas inversiones turísticas sino también de otras acciones constructivas en las instalaciones existentes e incluso en la explotación de las instalaciones turísticas tanto de nueva creación como las existentes.

**BASES PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE INVERSIONES TURÍSTICAS — PARTE10:  
REQUISITOS DE ELECTROENERGÉTICA****1 Objeto**

Esta Norma Cubana establece los requisitos a seguir para la proyección de la especialidad de Electroenergética en los establecimientos de alojamiento turístico y extra hoteleros en sus diferentes categorías y modalidades.

Precisa las características y requisitos de diseño de la instalación a utilizar, iluminación artificial, conductores y protecciones; así como las características a tener en cuenta en los locales electroenergéticos: transformadores, celdas de media tensión y grupos electrógenos.

También se determinan las especificaciones básicas del material eléctrico a emplear.

Esta norma es aplicable al diseño de las instalaciones eléctricas de media y baja tensión en:

- Hoteles
- Inmobiliarias
- Alojamientos para turismo de salud y locales asociados para servicios médicos (balnearios, sanatorios, etc.)
- Marinas
- Instalaciones extrahoteleras (restaurantes, miradores, cabarets, discotecas)
- Bases de apoyo al turismo (lavanderías, centros de elaboración)

**2 Referencias normativas**

Los documentos que se mencionan seguidamente son indispensables para la aplicación de esta Norma Cubana. Para las referencias fechadas, sólo se toma en consideración la edición citada. Para las no fechadas, se toma en cuenta la última edición del documento de referencia (incluyendo todas las enmiendas).

ISO 8528 *Grupos generadores de corriente alterna accionados por motores de combustión interna alternativos.*

NC 220-2:2009 Edificaciones – Requisitos de Diseño para la Eficiencia Energética. Parte 2: Potencia Eléctrica e Iluminación Artificial.

NC-ISO 8995:2002/CIE S 008-2003 Iluminación en puestos de trabajo en interiores.

NC 96-35: 1983 Protección contra Incendios – Hoteles – Requisitos generales.

IEC 6079-8 *Límites de temperatura para las instalaciones en atmósferas explosivas.*

NC-IEC 60364 Instalaciones eléctricas en edificaciones.

NC-IEC 62305 Protección de edificaciones contra el rayo.

NC-IEC 62305-2: 2009 Protección contra el rayo. Parte 2. Gestión de Riesgo.

NC-IEC 60034-2:2007 Máquinas eléctricas.

NC 96-50:1986 Protección contra Incendios – Instalaciones eléctricas – Requisitos generales.

NC 96-01-15:1986 Protección contra Incendios – Subestaciones eléctricas – Requisitos generales.

IEC 60 947 *Aparatos de baja tensión.*

NC 19-02-14:1988 SNPHT– Instalaciones de refrigeración y climatización – Requisitos generales de seguridad.

IEC 60 529: 2001 *Grados de protección suministrados por recintos. (Código IP).*

IEC 60 129:1984 *Interruptores y reguladores de alta tensión – Desconectores de corriente alterna e Interruptores de puesta a tierra para tensiones superiores a 1 kV.*

IEC 60 265-1:1998 *Interruptores de alta tensión – Parte 1: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV*

IEC 60282:1994 *Fusibles de alta tensión.*

IEC 60298:1981 *Aparatos blindados para corriente alterna de tensión asignada superior a 1 kV e inferior o igual a 72.5 kV.*

IEC 60056:1971 *Disyuntores de corriente alterna de alta tensión.*

IEC 60694:2001 *Especificaciones comunes para normas de aparatos de alto voltaje.*

IEC 60 076-8 *Transformadores de potencia.*

IEC 60 354:1991 *Guía de carga para transformadores de fuerza sumergido en aceite.*

IEC 60 551:1976 *Medición de niveles de ruido de transformadores y de bobinas de inductancia.*

IEC 60 726:1982 *Transformadores de potencia de tipo seco.*

IEC 60 439 *Conjunto de aparamenta de baja tensión.*

NC 19-02-25:1985 Capacitores de potencia – Instalaciones de capacitores – Requisitos de Seguridad.

IEC 60 871:2005 *Condensadores a instalar en paralelo en redes de corriente alterna de tensión asignada superior a 1000 V.*

VDE 0530 *Supresión de armónicas.*

IEC 60 598 *Luminarias.*

IEC 60 081 *Lámparas fluorescentes.*

IEC 60 920:1990 *Balastros para lámparas fluorescentes tubulares – Prescripciones generales y de seguridad.*

IEC 60 921:1998 *Balastro para lámparas tubulares fluorescentes – Prescripciones de funcionamiento.*

IEC 60 155: 1983 *Encendedores para lámparas fluorescentes tubulares.*

IEC 60 400:1999 *Portalámparas para lámparas fluorescentes tubulares y encendedores.*

IEC 61 048:1999 *Aparatos auxiliares para lámparas – Condensadores para uso en circuitos de lámparas tubulares fluorescentes y otras lámparas de descarga – Requisitos generales y de seguridad.*

IEC 60 188:2001 *Lámparas de vapor de mercurio de alta presión – Especificaciones del Funcionamiento.*

IEC 60 923:1995 *Aparatos auxiliares para lámparas de descarga (excepto lámparas fluorescentes tubulares) – Prescripciones de funcionamiento.*

IEC 60 662:2002 *Lámparas de vapor de sodio de alta presión.*

UNE 20062:1993 *Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de incandescencia – Prescripciones de funcionamiento.*

UNE 20392:1993 *Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de fluorescencia – Prescripciones de funcionamiento.*

IEC 60 227 *Cables aislados con policloruro de vinilo de tensión nominal de hasta e incluyendo 450/750 V*

IEC 60502 *Cables de energía con aislamiento y sus accesorios para tensiones de regimen de 1 kV.*

IEC 60 614-1:1978 *Especificaciones para conductos para instalaciones eléctricas – Requisitos Generales.*

IEC 60614 *Especificaciones para conductos para instalaciones eléctricas.*

### **3 Términos y definiciones**

Para los propósitos de esta Norma Cubana, son aplicables los términos y definiciones siguientes:

#### **3.1 iluminación normal**

Iluminación artificial utilizada en un establecimiento cuando son normales las condiciones del suministro de energía eléctrica desde el Sistema Electroenergético Nacional (SEN).

#### **3.2 iluminación de emergencia**

Iluminación artificial prevista para utilizarse cuando falla la iluminación normal.

**3.3 iluminación de reserva**

Iluminación de emergencia prevista para permitir la continuación de las actividades del establecimiento durante períodos que pueden ser prolongados.

**3.4 iluminación de seguridad**

Iluminación de emergencia prevista para asegurar la conclusión de las actividades en puestos de trabajo con riesgos potenciales.

**3.5 iluminación de evacuación**

Iluminación de emergencia prevista para garantizar la evacuación segura y rápida de las personas a través de las vías de evacuación.

**3.6 iluminación permanente de emergencia**

Iluminación de emergencia que permanece conectada simultáneamente con la iluminación normal y que, cuando falla la fuente de energía de esta última, continúa conectada.

**3.7 iluminación no permanente de emergencia**

Iluminación de emergencia que se conecta únicamente cuando falla la fuente de energía de la iluminación normal.

**3.8 luminaria autónoma**

Luminaria permanente o no permanente que provee iluminación de emergencia y que contiene todos los elementos para su funcionamiento, durante la emergencia sin necesidad de una fuente externa de energía (lámpara, batería, cargador-rectificador, balastro electrónico y los medios de monitoreo y ensayo).

La luminaria autónoma tiene, con frecuencia, el carácter de luminaria no permanente.

**3.9 señalizador autónomo**

Luminaria autónoma que lleva visible inscrita e iluminada en una de sus caras, o en las dos, la leyenda SALIDA o SALIDA DE EMERGENCIA y sus correspondientes señales direccionales.

El tipo y el color de las leyendas en los señalizadores estarán de acuerdo con lo especificado en la norma NC 19-04-11 SNPHT, Colores y señales de seguridad.

**3.10 dispositivo de transferencia (DT)**

Dispositivo para transferir un circuito de carga, o más de uno, de una fuente de suministro a otra.

**3.11 dispositivo de transferencia automática (DTA)**

Dispositivo de transferencia que contiene los medios de conexión para la transferencia y los demás medios necesarios para monitorear los circuitos de alimentación y hacer automáticamente la transferencia desde cualquiera de las fuentes a la otra.

**3.12 dispositivo de transferencia no automática (DTNA)**

Dispositivo de transferencia en que se ejecuta manualmente la transferencia desde cualquiera de las fuentes a la otra. Un DTNA puede tener una bobina para el accionamiento mediante mando manual a distancia.

### **3.13 marina**

Conjunto de instalaciones, espacios terrestres y zonas de agua, que garantizan el abrigo, atraque de las embarcaciones y servicios a estas. Las embarcaciones quedarán sujetas a las estructuras clasificadas como muelle fijo, espigón, embarcadero o portón flotante donde se puede anclar o amarrar más de una embarcación de recreo.

## **4 Características generales de la instalación electroenergética**

### **4.1 Suministro de energía eléctrica**

El suministro de energía eléctrica a la instalación electroenergética será en condiciones normales o en condiciones de emergencia.

#### **4.1.1 Suministro en condiciones normales**

La energía eléctrica se suministrará desde el Sistema Electroenergético Nacional (SEN) a una tensión nominal de 13,8 kV ó 34.5 kV y una frecuencia de 60 Hz, en estrella (Y) con el punto neutro conectado sólidamente a tierra.

En condiciones normales de operación, las desviaciones máximas permisibles de la tensión nominal serán del diez por ciento ( $\pm 10\%$ ) y la de frecuencia, al uno por ciento ( $\pm 1\%$ ).

#### **4.1.2 Suministro en condiciones de emergencia**

Para estas condiciones el suministro de energía eléctrica se realizará con Grupos Electrógenos Diesel (GED), propios del establecimiento.

Las instalaciones electroenergéticas deben garantizar en todo momento condiciones de confort, seguridad y protección de los clientes y del personal de servicio, para ello debe asegurarse la continuidad operativa del equipamiento y de las áreas que se determinen. Para lograr este objetivo se conciliará con el Explotador, y será establecida por la Inversión, el por ciento de la carga que se mantiene energizada al interrumpirse el servicio eléctrico del SEN. Se consideran como cargas eléctricas de emergencia a aquellas que, al dejar de funcionar por falta de energía eléctrica desde el suministro normal, pueden producir riesgos para las personas o afectaciones a los servicios. Ver 4.1.2.3

**4.1.2.1** Para el cálculo de la potencia eléctrica de la planta se considerará la posibilidad de energizar las cargas de forma escalonada.

La potencia eléctrica está referida al servicio que prestará él, o los, GED (emergencia o servicio continuo) y el fabricante informará dicha prestación, tanto para los motores diesel como para los generadores y el GED en su conjunto. La misma es afectada por factores ambientales tales como la presión, la temperatura y la humedad, que influyen sobre la densidad y cantidad del flujo de aire que entra en el motor diesel o en el caso de los generadores, cuya potencia es afectada por la temperatura y altura sobre el nivel del mar y por el factor de potencia inferior a 0,8 de la carga.

Según normas ISO (ver ISO 8528) y atendiendo al tipo de explotación al que será sometido el GED se definen:

- Potencia de servicio continuo (Continuos Power o COP)

- Potencia Prime Power (PRP)
- Potencia de servicio continuo a tiempo limitado (Limited Time Running Power o LTP)
- Potencia de servicio de emergencia (Fuel Stop Power o Stand-by Power FSP)

Las categorías de potencia utilizable en instalaciones turísticas son COP y PRP. Es importante que el GED estén diseñados para su explotación en situ, y para esa condición serán adquiridos según los parámetros contenidos en la norma ISO 8528. (ver Anexo A)

Existe un rango de potencia no utilizable entre el límite máximo de potencia de un GED y la potencia utilizable, denominado potencia adicional de seguridad y equivale a un 10 % del total.

En caso que exista más de un grupo electrógeno, la sincronización entre ellos se efectuará de forma automática.

Los GED serán insonorizados y automáticos. Estas características deben indicarse en la memoria descriptiva de la documentación del proyecto y las descripciones técnicas especificarse en el listado de materiales y equipos.

Los GED se ubicarán, en el bloque energético principal, calculados para el por ciento de la capacidad de generación que se determine.

Debe velarse por mantener una estandarización del equipamiento, para facilitar las actividades de sustitución y reparación futura.

Los sistemas de seguridad, protección, comunicaciones e informática que necesiten un suministro ininterrumpido de energía, se alimentarán desde Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (SAI). Ver apartado 5.18.

**4.1.2.2** El suministro de energía en condiciones de emergencia se proveerá por medio de uno o varios GED, cuya tensión nominal de generación estará de acuerdo con la tensión nominal del centro general de distribución (CGD) de la instalación eléctrica de baja tensión.

En establecimientos relacionados en 4.4.1.1 a) podrán instalarse los grupos electrógenos, si las características de la instalación electroenergética así lo exigen, mediante transformadores elevadores de la tensión. Esto es factible cuando existen varias subestaciones transformadoras.

**4.1.2.3** Otras cargas eléctricas que se considerarán para el cálculo de la potencia, del GED, son las siguientes:

- Servicios de uso de planta.
- Sistema Informático.
- Sistema Automático de Detección Incendio (SADI).
- Sistema Automático de Detección de Intrusos (SACI).
- Circuito Cerrado de Televisión (CCTV).
- Iluminación de evacuación Ver apartado 4.6.11 a).

- Iluminación del acceso del establecimiento.
- Señales luminosas de orientación (en la parte más alta del edificio).
- Sistema Telefónico.

**4.1.2.4** Se dispondrá de enclavamiento eléctrico y mecánico entre la planta eléctrica y el suministro normal de energía eléctrica (del SEN), a fin de evitar cualquier posibilidad de retroalimentación de energía hacia el SEN.

En todos los casos, la solución de operación se consultará previamente con la Unión Eléctrica del Ministerio de la Industria Básica (UNE del MINBAS) y aprobada por ella antes de incluirse en el proyecto.

## 4.2 Demanda máxima y consumo anual de energía eléctrica

### 4.2.1 Demanda máxima (DM)

La demanda máxima (Ver Anexo B) de potencia eléctrica de un establecimiento de alojamiento turístico se estimará de acuerdo con lo señalado en las Tablas 1A y 1B.

El valor calculado de demanda máxima corresponde al establecimiento completo.

Esta información se utilizará para el cálculo inicial de la potencia de los transformadores de la subestación principal en la etapa del Programa o Ideas Conceptuales.

**Tabla 1 A — Demanda máxima para establecimientos hoteleros de playa**

Índices kw/hab. para establecimientos hoteleros de playa						
Número de habitaciones	Sistema de climatización					
	Centralizado			Split y room cooler		
	Categoría (Estrellas)					
	5	4	3 ó menos	5	4	3 ó menos
50-150	2,9	2,5	2,2	-	2,8	2,6
151-300	2,8	2,4	2,0	-	2,6	2,4
301-500	2,7	2,3	1,8	-	2,4	-
Más de 500	2,6	2,2	-	-	-	-

Tabla 1 B — Demanda máxima para establecimientos hoteleros de ciudad

Índices kw/hab. para establecimientos hoteleros de ciudad						
Número de habitaciones	Sistema de climatización					
	Centralizado			Split y room cooler		
	Categoría (Estrellas)					
	5	4	3 ó menos	5	4	3 ó menos
50-150	-	2,5	2,0	-	2,7	2,3
151-300	3,4	2,7	2,1	-	3,0	2,4
301-500	3,6	2,8	-	-	3,2	2,6
Más de 500	3,9	3,0	-	-	3,4	2,8

#### 4.2.2 Factores y cálculo de las demandas

**4.2.2.1** El factor de demanda total de un establecimiento de alojamiento turístico (EAT) expresa la relación entre la carga conectada y la demanda máxima del EAT. El factor de demanda se utiliza para calcular la demanda máxima durante la etapa de anteproyecto, cuando ya se han determinado las cargas eléctricas que se instalarán en el EAT. La demanda máxima así calculada permite determinar la potencia especificada de los transformadores de la subestación principal.

El factor de demanda total de un (EAT) se ha de considerar, aproximadamente, dentro de los siguientes intervalos de valores:

- EAT de 400 habitaciones y más 0,40-0,45
- EAT desde 250 hasta 399 habitaciones 0,46-0,50
- EAT de más de 250 habitaciones 0,40-0,50
- EAT desde 150 hasta 249 habitaciones 0,51-0,55
- EAT desde 60 hasta 149 habitaciones 0,56-0,60
- EAT de menos de 59 habitaciones hasta 0,7

El valor dentro de cada intervalo a utilizar durante el diseño de la instalación electroenergética de un establecimiento específico dependerá de la categoría del EAT y su tipo, de la cantidad y el volumen de sus servicios, del sistema utilizado para el aire acondicionado y el calentamiento de agua.

La demanda máxima calculada de este modo no podrá ser superior a la calculada por lo establecido en las Tablas 1A y 1B del apartado 4.2.1.

**4.2.2.2** El cálculo de las demandas eléctricas por sistemas en las distintas áreas de un establecimiento de alojamiento se hará como se señala a continuación:

a) Subsistema de alojamiento en establecimientos con aire acondicionado centralizado. Las distintas demandas se determinarán mediante la utilización de los factores de demanda siguientes:

**Tabla 2 — Factores de demanda**

Número de habitaciones	Factor de demanda (%)
3-5	45
6-7	44
8-10	43
11	42
12-13	41
14-15	40
16-17	39
18-20	38
21	37
22-23	36
24-25	35
26-27	34
28-30	33
31	32
32-33	31
34-36	30
37-38	29
39-42	28
43-45	27
46-50	26
51-55	25
56-61	24
62 y más	23

**NOTAS**

1. La demanda máxima se calcula multiplicando la carga conectada por el factor de demanda que corresponda. En la carga conectada no se considerarán los secadores de pelo, por la brevedad de su conexión, ni los tomacorrientes en que se conectarán únicamente receptores eventuales.

2. El alimentador de cada panel eléctrico en el subsistema de alojamiento se calculará teniendo en cuenta el número de habitaciones servidas desde el panel y para ello se utilizará un factor de demanda igual al que corresponda en la Tabla anterior.

b) Subsistema de alojamiento en establecimientos con aire acondicionado no centralizado (de ventana u otro tipo). Las demandas máximas para todas las cargas (que no sean las de los acondicionadores de aire y de los calentadores de agua) se calcularán de acuerdo con los factores de demanda establecidos en la Tabla anterior.

Las demandas máximas de los equipos acondicionadores de aire (de ventana u otro) y los calentadores de agua, se calcularán separadamente de acuerdo con los factores de demanda siguientes:

**Tabla 4 — Factores de demanda para circuitos con acondicionadores de aire individuales (de ventana u otro) y calentadores de agua.**

Cantidad de habitaciones	Factor de demanda
4	0,75
5	0,70
6	0,66
7	0,63
8	0,61
9	0,59
10	0,57
12	0,54
14	0,53
16	0,51
18-20	0,50
25	0,48
30	0,47
35	0,46
40-50	0,45
60	0,44
70-90	0,43
100-120	0,42
140-200	0,41
201 y más	0,40

**NOTA**

Los factores de demanda se han calculado sobre la base de 10 horas diarias de funcionamiento.

c) Otras áreas del establecimiento: Se recomiendan los factores de demanda incluidos en la Tabla 5

Tabla 5 — Factores de demanda para otras áreas

Factores de demanda recomendados			
Áreas o equipos	Fuerza	Carga eventual (1)	Iluminación
Dormitorios	-	0,15-0,20	0,80
Público y comercial			
▪ Salones	-	0,15-0,20	0,90
▪ Tiendas	-	0,15-0,20	1,00
▪ Administración y oficinas	-	0,15-0,20	1,00
Gastronomía	0,60		
▪ Misceláneas	-	0,20-0,25	-
▪ Freidoras y planchas	0,80-0,90	0,20-0,25	-
Restaurantes y cafeterías	-	0,25	0,90
Cabarets	-	0,25	0,60
Almacenes	-	0,15-0,20	0,90
Recreación			
▪ Deportes	-	0,10-0,15	1,00
▪ Otros	-	0,20-0,30	0,80
Mantenimiento	-	0,15-0,20	0,80
Sistemas técnicos			
▪ Aire acondicionado y refrigeración (2)	0,75-0,85	-	-
▪ Tintorería	0,80	-	1,00
▪ Bombas	0,70	-	-
▪ Ascensores (uno)	1,00	-	1,00
" (dos)	0,70	-	1,00
" (tres ó más)	0,50	-	1,00

**NOTAS**

1. Cargas eventuales: cargas eléctricas que se conectan a tomacorrientes de uso general.
2. Se refiere a cargas de aire acondicionado y refrigeración, ya sea un equipo de ventana como un sistema centralizado.

d) Se prestará particular atención a la determinación de la demanda de la carga eléctrica eventual, para evitar resultados que conduzcan a demandas no reales, por circuito y total, con el consiguiente sobredimensionamiento indeseable del material eléctrico.

**4.2.3 Consumo anual de energía eléctrica**

El consumo anual de energía eléctrica en establecimientos de alojamiento se calcula como el producto de la demanda máxima por el estimado de horas de operación equivalentes anuales, cuyos valores se indican en la Tabla 6.

Tabla 6 — Horas de operación equivalentes anuales

Categoría (estrellas)	Horas de operación equivalentes anuales	
	<150 hab	>150 hab
5	5500	5000
4	4500	4000
3 y menos	4000	3600

Esta información se utilizará para el cálculo del consumo de energía eléctrica en la etapa de elaboración del Programa. En el caso de los hoteles de playa, las horas de utilización serán afectadas por un factor de 0,85.

### 4.3 Tensiones eléctricas en la instalación electroenergética

La instalación electroenergética de baja tensión de una instalación de turismo se diseñará de acuerdo con lo establecido en los siguientes puntos, determinándose en cada caso en el Programa la tensión o tensiones a utilizar.

**4.3.1** La instalación electroenergética de baja tensión se diseñará para una tensión nominal de 240/415 V, conexión "estrella" (Y) con el punto neutro conectado sólidamente a tierra.

Los receptores trifásicos tendrán una tensión especificada de 400 V-60 Hz, en tanto que los monofásicos (climatizadores de ventana, luminarias, cargas eventuales en tomacorrientes y otros serán de 230 V-60 Hz. Los circuitos eléctricos correspondientes a los receptores monofásicos se diseñarán de manera que el desbalance de tensión no sea mayor al 3%.

Los apartados 4.3.2, 4.3.3 y 4.3.4 presentan las únicas excepciones permitidas a esta tensión 240/415 V, establecida como estándar para los establecimientos de alojamiento.

**4.3.2** Como una excepción a lo establecido en el apartado 4.3.1, cuando el sistema de climatización del establecimiento es centralizado y el suministro de los multicompresores para este sistema está vinculado, por razones excepcionales, a un determinado mercado de origen, en el cual es imposible obtener los motores de estos equipos a 400 V-60 Hz, los equipos deberán estar diseñados para trabajar a una tensión de 460 V, 60 Hz. La solución de la instalación electroenergética para garantizar este servicio se tomará de conjunto entre la Cadena Hotelera, la organización Proyectista y el Grupo Técnico del Turismo.

**4.3.3** La tensión 120 Y/ 208 Volt se acepta solo:

- a) En aquellas instalaciones que la posean y que vayan a sufrir una remodelación no fundamental.
- b) En aquellas instalaciones turísticas ubicadas en la zona mallada del sistema de distribución soterrado **network** de la Ciudad de La Habana, siempre que la demanda de la instalación pueda ser asimilada por la malla en segunda contingencia, y el costo total<sup>1</sup> de la instalación sea inferior a la solución del Spot Network.

<sup>1</sup> El costo total incluye los conductores, transformadores, distribución interior, equipos y las pérdidas.

**4.3.4** Otra excepción, a lo establecido en el apartado 4.3.1 serían los establecimientos de alojamiento pequeños de 2 y 1 estrella con demanda máx. de 100 kW o menos, que reciban el suministro del SEN directamente podrán ser alimentados a 120/240 V, respondiendo la instalación a un sistema **TN** es decir, la puesta a tierra de los consumidores eléctricos será conectada a la fuente.

**4.3.5** No se admite la utilización de receptores trifásicos con tensión especificada de 230 V – 60 Hz en los casos contemplados en el apartado 4.3.1.

**4.3.6** Las tensiones de seguridad serán, según las condiciones del medio, las siguientes:

- 48 V C.A. en condiciones secas o húmedas.
- 24 V C.A. en condiciones mojadas.
- 12 V C.A. en condiciones de inmersión.

**NOTA** Cuando se necesiten estas pequeñas tensiones de seguridad para la instalación o los trabajos de mantenimiento, se obtendrán desde transformadores separadores de seguridad con el secundario aislado de tierra. Se prohíbe utilizar auto transformadores con este propósito.

Estas tensiones se aplicarán en las piscinas y áreas aledañas con estas condiciones, así como en la iluminación para la inspección y el mantenimiento de calderas u otros locales y aparatos con condiciones equivalentes.

**4.3.7** Las tensiones que serán aplicadas en las Marinas y embarcaciones de recreo se especifican en el Anexo C.

#### **4.4 Esquema de la instalación electroenergética**

Se especifican los 2 casos siguientes:

- Instalaciones de media tensión (MT)
- Instalaciones de baja tensión (BT)

##### **4.4.1 Instalación de media tensión (MT)**

Esta instalación tiene diferencias entre los diversos tipos de establecimientos de alojamiento según sus categorías y también para las zonas turísticas.

###### **4.4.1.1 Establecimientos de alojamiento categorías 5 y 4 estrellas**

El suministro desde el SEN será desde dos fuentes independientes a MT. En todos los casos el esquema es de un transformador con dos alimentadores de MT. (Disposición primario selectivo), y solo en aquellos casos en que se justifique correctamente se implementara el esquema de dos transformadores (Disposición secundario selectivo). Ver figuras 1A, 1B y 2.

Se entiende por dos fuentes independientes: dos sub estaciones (SE) del SEN o dos barras diferentes de una SE del SEN.

Se garantizarán los bloqueos eléctricos y mecánicos necesarios que garanticen la seguridad y confiabilidad de la instalación, tanto para la selección de entrada de las líneas del SEN, así como de los Grupos Electrógenos de respaldo, calculados para el porcentaje de la Máxima Demanda que se determine.

a) La distribución interna será a MT con varias subestaciones (SE), cuyo número estará en dependencia del número de habitaciones del hotel. Lo anterior es aplicable en hoteles no compactos de más de 250 habitaciones y hoteles compactos de más de 150 habitaciones con 7 pisos o más. Todas las subestaciones se alimentarán a partir de la sub estación eléctrica principal de interconexión.

- Los centros de transformación de MT serán ubicados en áreas de fácil acceso, tanto para el montaje del equipamiento eléctrico como para su mantenimiento.
- En la etapa de proyecto se precisará mediante un análisis técnico-económico la cantidad y capacidades de las sub estaciones con el objetivo de estandarizar el equipamiento, distribuyendo uniformemente las cargas de la instalación de acuerdo a las distancias hasta las mismas, además debe valorarse económicamente la utilización óptima del alcance de las redes de media y baja tensión, logrando el punto de equilibrio del diseño de las instalaciones con ambos niveles de tensión.
- Se adoptará un esquema con distribución interna a media tensión con doble radial de acuerdo a la figura 3.
- Para hoteles no compactos en que la configuración lo justifique pudiera usarse la distribución interna a MT en lazo según se muestra en la figura 4.
- El esquema de baja tensión (BT) de las sub estaciones será como el que aparece en las figuras 1A, 1B y 2.
- Se debe prever en cada instalación un interruptor de reserva con las mismas prestaciones que el interruptor principal del C.G.D.
- Se garantizará un transformador de reserva por grupos de sub estaciones, en el caso de una instalación que esté ubicada en un Polo Turístico o en la propia instalación si esta se encuentra aislada, este transformador se ubicará en la cámara de transformadores y se energizará periódicamente por su lado de baja tensión.

b) En hoteles compactos con menos de 150 habitaciones, no habrá distribución interna a MT. En algunos casos especiales por ejemplo hoteles compactos con menos de 150-200 habitaciones con cargas eléctricas comparativamente mayores, un análisis técnico económico pudiera demostrar la conveniencia de la distribución interna a MT

En el esquema con dos transformadores, cada transformador, cada sección de barra, y los medios de protección asociadas, deberán dimensionarse de forma tal que en el régimen de avería sean capaces de asimilar la máxima demanda calculada durante 4 horas, a una temperatura ambiente dentro de la cámara de 400 C, considerando que el grupo electrógeno toma en este momento la carga de emergencia, lo cual será garantizado mediante el automatismo de la C.G.D.(ver Anexo D).

Eventualmente, cuando se disponga de una sola línea de suministro a MT, se preverá la alimentación a través de un solo transformador y el GEE estará diseñado para garantizar el pleno funcionamiento de la instalación durante el tiempo de avería.

#### **4.4.1.2 Establecimientos de alojamiento de las categorías 3, 2 y 1 estrellas**

Se adoptará un esquema con una línea de suministro de MT. Un transformador de potencia y una barra simple de baja tensión (ver Figura5). Para estos casos, la capacidad de la planta eléctrica será conciliada con el Explotador y establecida con el Inversionista en correspondencia al por ciento de la demanda máxima del establecimiento que se mantendrá energizada al interrumpirse el servicio eléctrico del SEN.

Como una excepción a lo establecido para aquellos establecimientos con categoría de 3 estrellas que puedan representar un interés especial para la cadena hotelera debido al lugar donde se encuentran enclavados y a la calidad del servicio eléctrico que se le pueda garantizar desde el SEN, la cadena hotelera podrá solicitar a la Empresa Eléctrica la instalación de una segunda línea de alimentación desde el SEN.

#### **4.4.1.3 Zonas turísticas**

El diseño de la red eléctrica de MT del Polo turístico reviste importancia para obtener un sistema confiable y de alta capacidad operacional, cumpliendo a su vez con los requisitos de operación turística de los establecimientos, acordes a su categoría y tipo.

Esto es parte del trabajo señalado en la NC 775 Parte 3 de los esquemas territoriales de planeamiento físico, de los planes directores de los polos turísticos y de la localización específica de los establecimientos.

En el caso de polos turísticos, se recomienda establecer un esquema doble radial o tipo lazo en el suministro en MT. (Ver figuras 3 y 4)

Este esquema puede ser parte de un desarrollo futuro del polo turístico.

#### **4.4.2 Instalación de baja tensión (BT)**

En la proyección se deberá seccionalizar los circuitos de forma tal que ante períodos de bajas turísticas puedan independizarse las edificaciones y servicios que continúen trabajando, una vez determinado el cierre de habitaciones en la explotación.

Con el objetivo de lograr un uso eficiente de la energía eléctrica, se establece como un requisito indispensable, que el diseño de las instalaciones hoteleras cumplirán los requisitos de compatibilidad establecidos en NC 220-2. Para la medición y el control del consumo de la energía y de la demanda de potencia en los sistemas eléctricos con Potencia Instalada superior a 100 kVA, así como en los circuitos que se estimen convenientes, deben considerarse la instalación de equipos de medición. Estos equipos pueden estar localizados centralmente o distribuidos por toda la instalación, y serán independientes de los que son instalados para comercialización del servicio de energía.

El esquema de distribución diseñado cumplirá con los requisitos básicos establecidos en la norma NC 220-2:2009 para los sistemas de potencia eléctrica.

Es recomendable realizar mediciones en los circuitos que representen consumos significativos, entre los que pueden considerarse:

- Iluminación y salidas de tomas de corriente.
- Sistemas de ventilación y aire acondicionado y su equipamiento.
- Sistemas de agua caliente, elevadores, sistemas de más de 20kW, tales como salas de computación, cocinas, etc.

**4.4.2.1** El esquema de la instalación, de baja tensión, será del tipo radial con barra simple tal como se muestra en las figuras 1A, 1B y 2. En casos específicos, previo análisis fundamentado, pudiera adoptarse el esquema secundario selectivo.

**4.4.2.2** Según la clasificación de la Comisión Electrotécnica Internacional, se empleará un esquema TN en el diseño de la instalación de baja tensión (BT), con el punto neutro de cada transformador principal conectado sólidamente a tierra y las masas de la instalación conectadas a dicho punto neutro mediante conductores de protección. Según la tensión de la instalación se presentan los casos siguientes:

a) Cuando la tensión especificada de los transformadores es 240/415 V, la instalación responderá a un esquema TN-S, con un conductor neutro y un conductor de protección independientes. Ver figura 6.

En este caso, todos los centros de distribución, CCM y paneles de iluminación trifásicos tendrán 5 barras principales y los circuitos a las cargas de iluminación y eventuales tendrán siempre 1 conductor neutro y 1 conductor de protección.

b) Cuando la tensión especificada de los transformadores es 277/480 V, la instalación responderá a un esquema TN-C. Ver figura 7.

En este caso, el CGD y los CCM tendrán 4 barras principales. Los circuitos de motores eléctricos trifásicos y otras cargas trifásicas balanceadas constarán de 4 conductores.

**4.4.2.3** Los sistemas de distribución en los hoteles deberán tener como máximo 4 niveles de distribución que serán:

- CGD
- Subdistribución (piso, zona, CCM)
- Consumidores principales (bungaloes o sub centros de fuerza)
- Consumidores finales

La ubicación de los paneles eléctricos de cada nivel se hará atendiendo a los siguientes criterios:

a) Cuando en el punto de distribución se produzca una transformación de la tensión, el panel se ubicará en el centro de carga.

b) En los demás casos el panel se ubicará preferentemente en el punto del local o zona más cercano al panel del cual se alimenta.

**4.4.2.4** El calibre máximo de los cables utilizados para acometida directa a los paneles y redes exteriores será:

$\leq 63 \text{ A}$	1 x 35 mm <sup>2</sup>
$63 \text{ A} < I \leq 125 \text{ A}$	1 x 50 mm <sup>2</sup>
$125 \text{ A} < I \leq 250 \text{ A}$	1 x 185 mm <sup>2</sup>
$250 \text{ A} < I \leq 630 \text{ A}$	2 x 240 mm <sup>2</sup>
$630 \text{ A} < I \leq 1250 \text{ A}$	4 x 240 mm <sup>2</sup>

#### **4.4.5 Subestación principal de transformación (TPP) y centro general de distribución de baja tensión (CGD)**

**4.4.5.1** La sub estación principal y el CGD se ubicarán lo más cerca posible del centro de carga eléctrica.

**4.4.5.2** Los transformadores de la sub estación principal y el CGD pueden ser dispositivos independientes o pueden conformar una unidad integrada prefabricada como tal. La selección de sub estaciones transformadoras integradas se evaluará técnica y económicamente durante la elaboración de la documentación del Anteproyecto.

**4.4.5.3** Cuando los transformadores y el CGD son independientes se ubicarán a la menor distancia posible entre ellos. Se dispondrá, de ser necesario, un Interruptor totalizador a la salida del TPP. (ver Anexo E)

Si el transformador y la CGD no constituyen una unidad integral, la conexión eléctrica de baja tensión entre ellos será de la forma siguiente:

a) Si los transformadores son menores de 630 kVA, con conductores eléctricos aislados canalizados de manera adecuada, aunque se prefiere la bandeja porta cables a la vista.

b) Si los transformadores son de 630 kVA o mayores, preferentemente blindobarras cerradas ventiladas.

En ambos casos, la capacidad (A) de esta conexión será, igual al menos, a la capacidad de barra correspondiente del CGD.

**4.4.5.4** El suministro de energía eléctrica de MT a los transformadores principales se hará por medio de una o dos ternas de cables monopolares (recomendado), o por uno o dos cables tripolares, directamente enterrados o a través de conductos desde la línea, o líneas de MT del SEN, hasta el local eléctrico en que estén ubicados los transformadores principales o las celdas de media tensión, según el caso.

En el caso de establecimientos de alojamiento pequeños, como los mencionados en el punto 4.3.4 se permite la instalación de los transformadores al exterior (a la intemperie) y la conexión de ellos con la línea eléctrica aérea del SEN será mediante cables desnudos, en forma directa.

**4.5 Compensación del factor de potencia**

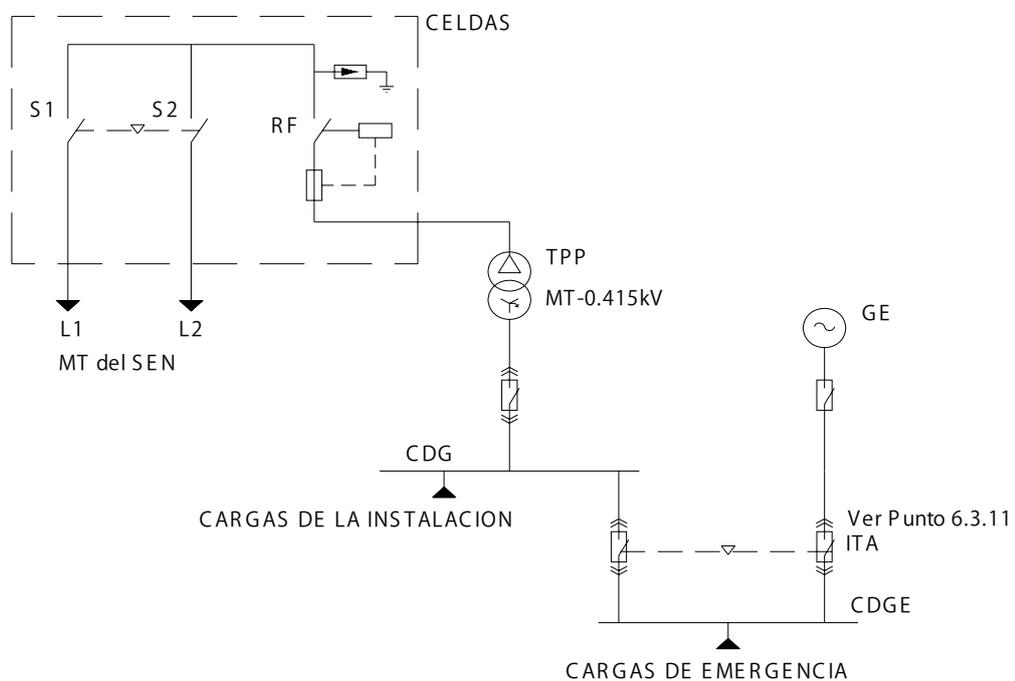
**4.5.1** El factor de potencia en los establecimientos de alojamiento, medido en la barra de baja tensión del CGD, no será menor de 0,92 en el lado primario del transformador. Este valor debe cumplirse cualesquiera que sean las condiciones de utilización de las cargas eléctricas y se verificará antes de la puesta en operación comercial del establecimiento.

**4.5.2** El factor de potencia se compensará mediante condensadores estáticos (capacitores), que se localizarán con un criterio técnico-económico.

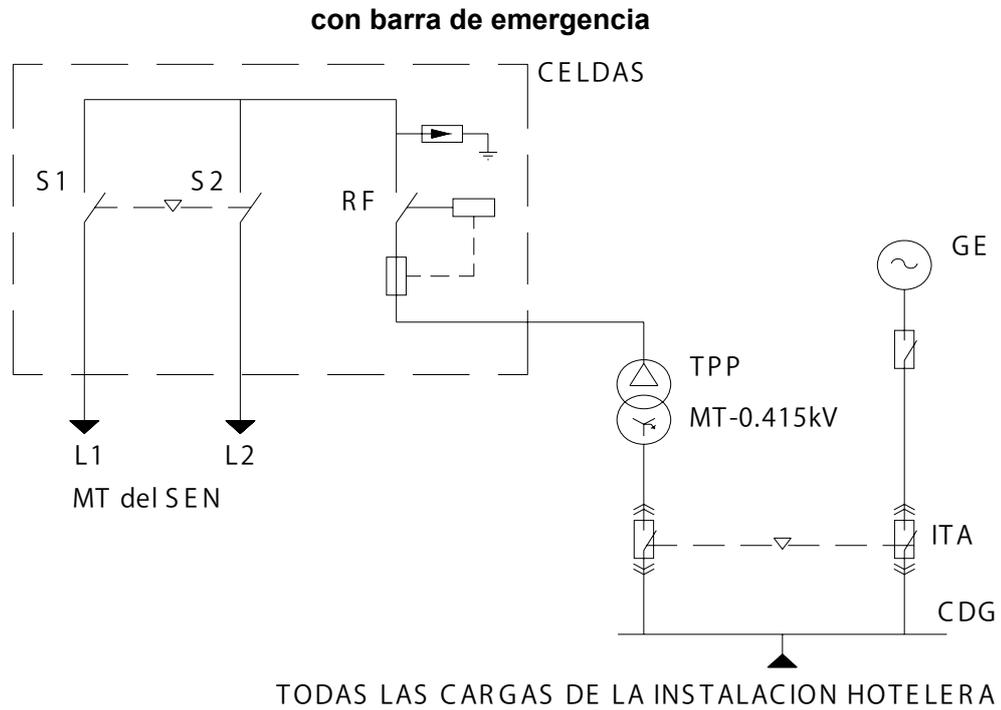
- a) En los motores eléctricos de mayor potencia (compensación individual).
- b) Centros de distribución de fuerza (CDF) y centro de control de motores (CCM).
- c) Centro general de distribución (CGD).

En este último caso, la compensación del factor de potencia se podrá hacer con un banco de capacitores que tendrá regulación automática en base a la energía reactiva además del control manual.

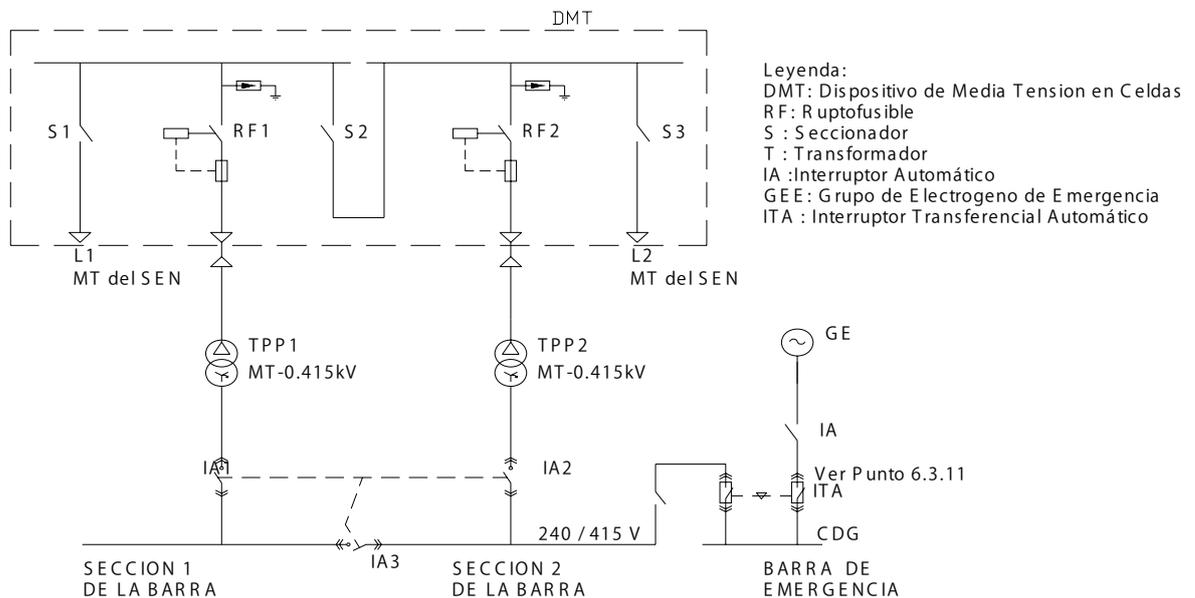
**4.5.3** La tensión eléctrica especificada de los capacitores se corresponderá con la tensión nominal de la instalación electroenergética.



**Figura 1A — Esquema de suministro electroenergético en disposición primario selectivo**



**Figura 1B — Esquema de suministro electroenergético en disposición Primario Selectivo con Emergencia total**



**Figura 2 — Esquema de suministro electroenergético en disposición secundario selectivo**

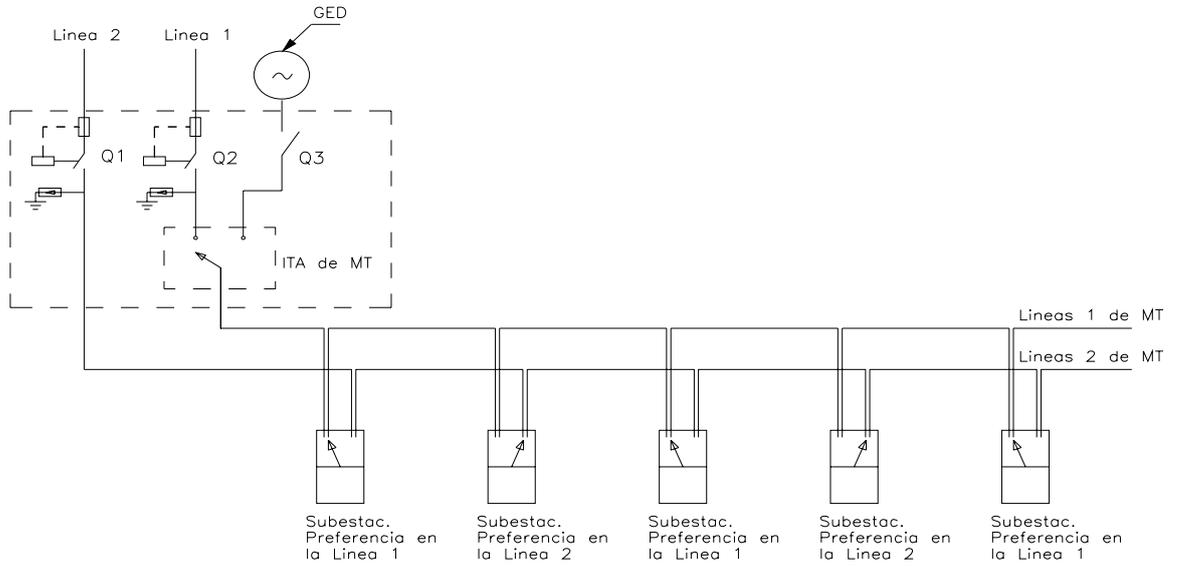


Figura 3 — Esquema de suministro electroenergético en disposición doble radial

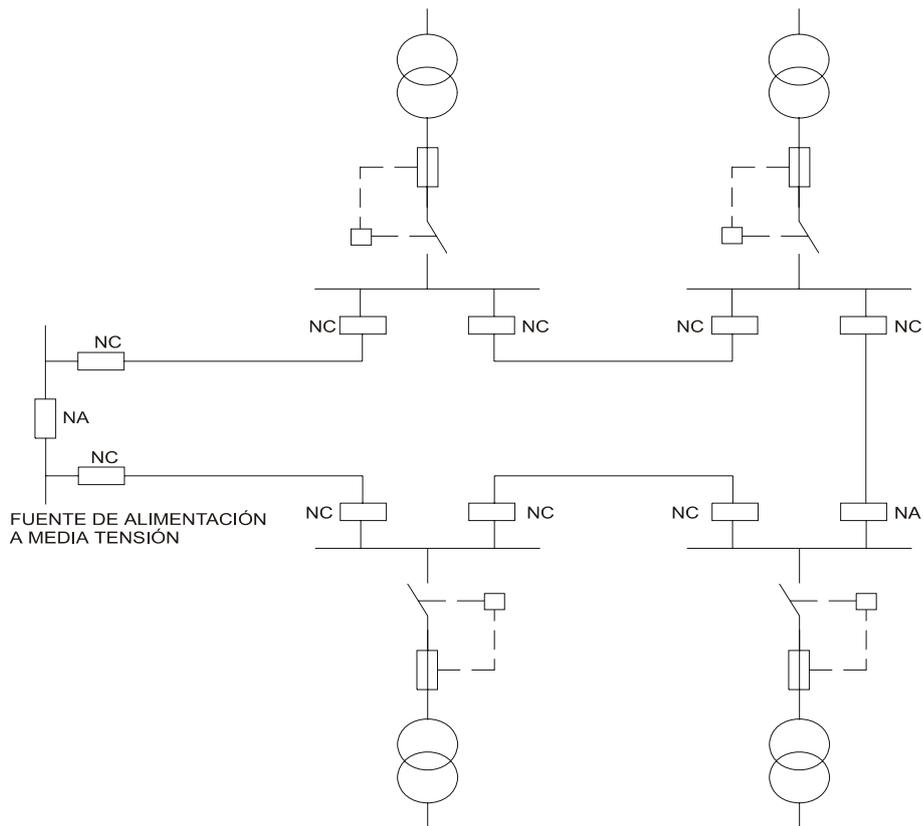


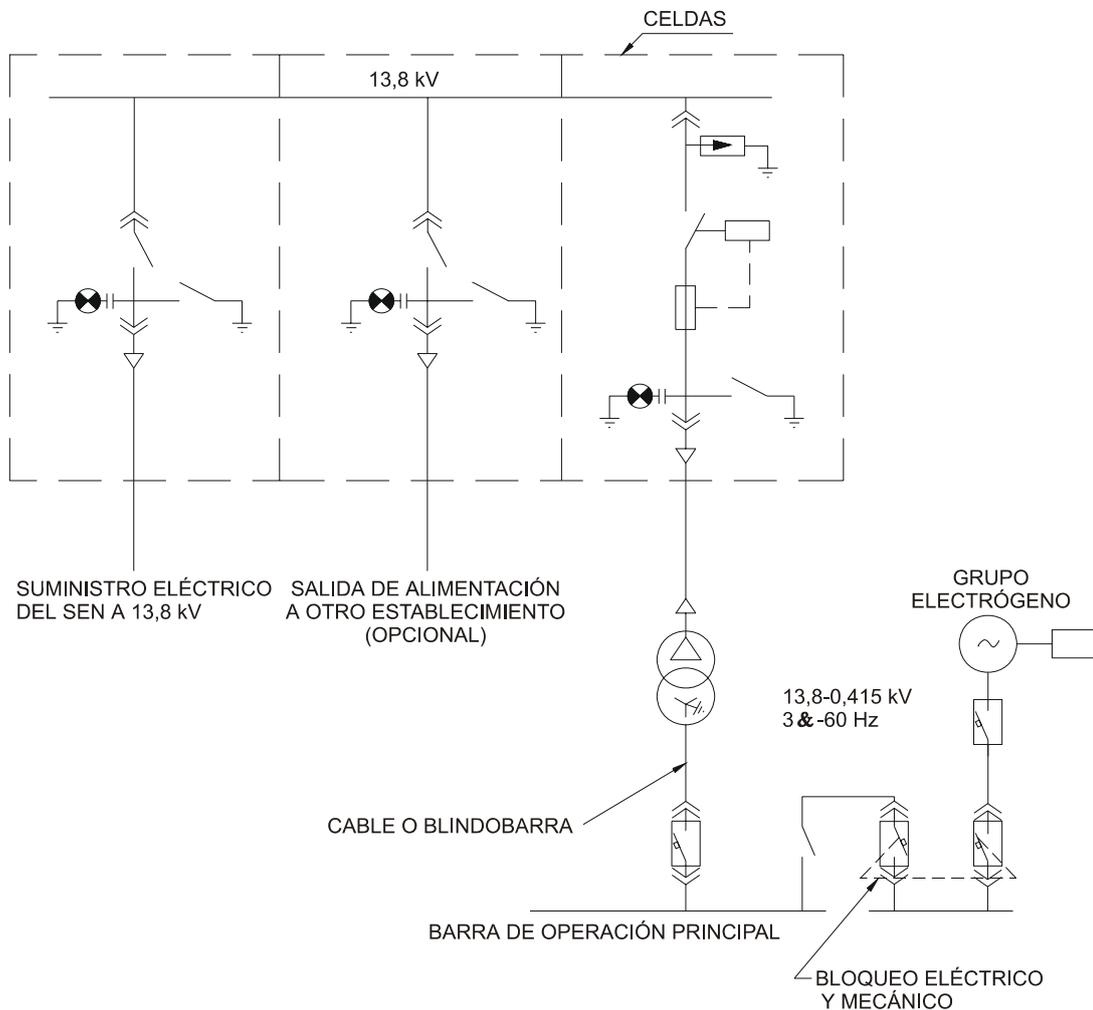
Figura 4 — Esquema unifilar simplificado de distribución primaria a media tensión en lazo abierto

**NOTA**

Este tipo de esquema de distribución se empleará preferentemente cuando los alimentadores de media tensión sean cables soterrados.

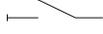
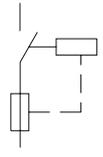
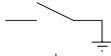
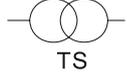
- Los circuitos alimentadores primarios deberán partir de fuentes de alimentación (de barras) independientes.
- En caso de pérdida de una de las alimentaciones, el restablecimiento de la misma puede ser de forma automática o manual.

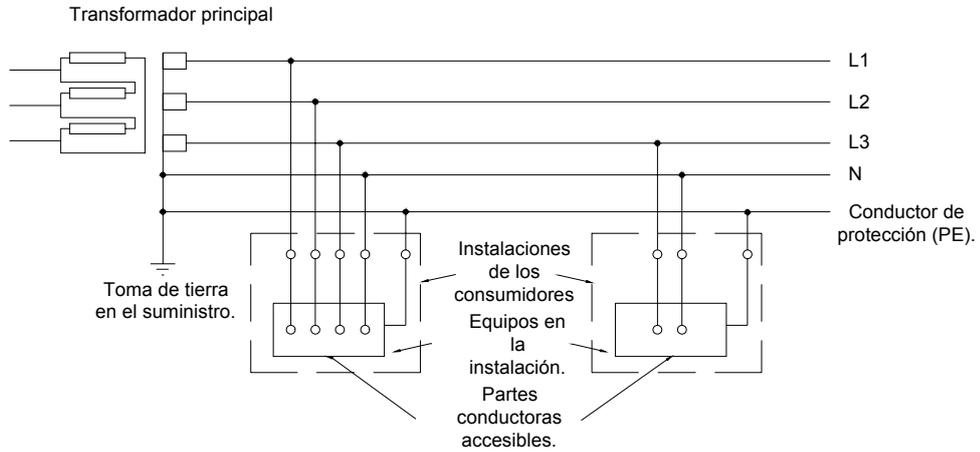
Este tipo de esquema de distribución tiene un alto costo inicial, pero permite alcanzar una alta confiabilidad en el suministro eléctrico, por lo que resulta necesario realizar una evaluación técnico económico que recomiende su implementación.



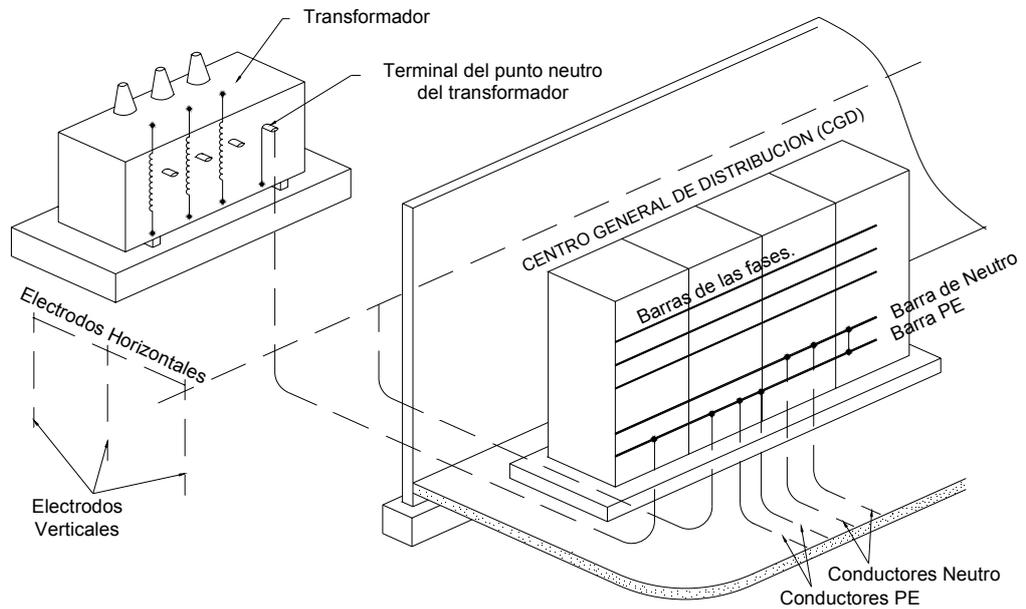
**Figura 5 — Esquema unifilar para suministro eléctrico, con una sola línea de MT del SEN a un transformador utilizando un local eléctrico principal con celdas de media tensión**

**Simbología**

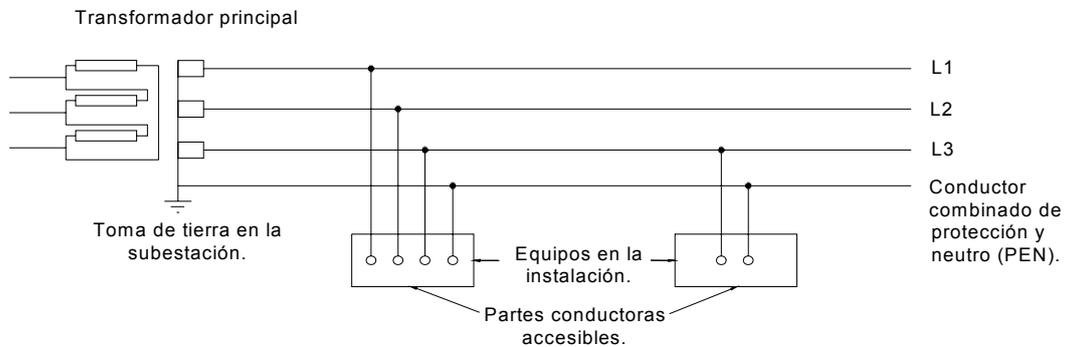
	Devanado conectado en estrella.					
	Devanado conectado en delta.					
	Conexión a tierra.					
	<table border="0"> <tr> <td>kVA</td> <td rowspan="4">} Transformador trifásico.</td> </tr> <tr> <td>kV</td> </tr> <tr> <td>2 x 2,5 %</td> </tr> <tr> <td>3Ø-60Hz</td> </tr> </table>	kVA	} Transformador trifásico.	kV	2 x 2,5 %	3Ø-60Hz
kVA	} Transformador trifásico.					
kV						
2 x 2,5 %						
3Ø-60Hz						
	Interruptor automático de media tensión.					
	Pararrayos.					
	Fusible (Símbolo general).					
	Desconectivo de operación sin carga.					
	Desconectivo con fusible acoplado.					
	Barra.					
	Cable soterrado.					
	Desconectivo de puesta a tierra.					
	Disyuntor automático de baja tensión.					
	Grupo electrógeno.					
	Motor primario.					
	Indicador de tensión.					
	Dispositivos eléctricos con posibilidad de extracción.					
	Transformador tipo seco baja tensión					



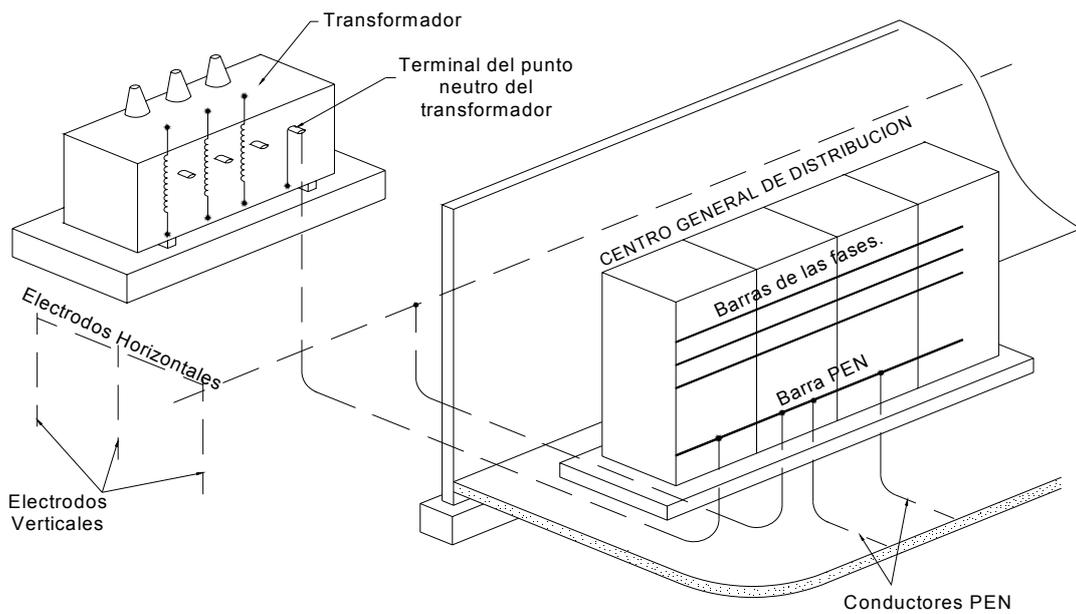
- Conductores separados para el neutro y la protección a lo largo del sistema completo.
- Todas las partes conductoras accesibles (masas) de una instalación se conectan a este conductor PE de protección.



**Figura 6 — Sistema TN-S**  
**(Tensión especificada de los transformadores: 240/415 V)**



Las funciones de protección y de neutro, están combinadas en un solo conductor en todo el sistema. Todas las partes conductoras accesibles (masa) están conectadas al conductor PEN.



Nota: Se ha representado una toma artificial de tierra, pero se utilizarán preferentemente las tomas naturales de tierra, en especial las cimentaciones de los edificios.

**Figura 7 — Sistema TN-C**

## 4.6 Iluminación artificial para establecimientos turísticos

La iluminación artificial en las instalaciones turísticas cumplirá con la norma NC- ISO 8995:2002/CIE S 008-2002.

Los diseños de los circuitos de iluminación de las instalaciones turísticas, también cumplirán con los requisitos de conformidad establecidos en la norma NC 220-2 para los sistemas de iluminación.

### 4.6.1 Generalidades

Los objetivos del diseño de la iluminación de los locales interiores en los establecimientos turísticos son los de proporcionar la iluminación adecuada para la actividad en el área, sea la tarea visual difícil o de carácter recreativo, y mezclar estas soluciones de tal manera que estén en armonía con los conceptos básicos estéticos y emocionales asociados con este tipo de interior. Deben existir áreas de brillo para evitar una monótona iluminación “pareja”, y permitir una acción recíproca interesante de luz y sombra.

Para áreas usadas en actividades que no implican una visión cercana, los niveles de iluminancia son menos críticos y se pueden emplear pautas de brillo más fuertes sustancialmente (razones de iluminancia más altas). Efectos chispeantes y excitantes, o más suaves los íntimos, se pueden engranar según el estado de ánimo deseado.

La iluminación se puede describir como “suave” o “dura”. La luz suave o difusa minimiza las sombras y proporciona una atmósfera más relajante y menos compulsiva visualmente. Cuando se usa una sola, el efecto puede ser la carencia de interés, como una escena al exterior en un día encapotado. El uso ingenioso de la luz puede proporcionar puntos resaltantes y sombras que acentúan la textura y añaden belleza a la forma, como puede hacerlo un rayo de luz solar. Un efecto de brillo y destello se obtiene de fuentes pequeñas no apantalladas, como una lámpara desnuda o una bombilla en forma de llama de vela. Estas fuentes raras veces se usan como fuentes primarias de iluminación, son generalmente decorativas y deben complementarse con otros medios de iluminación.

En ocasiones es deseable tener más de un sistema de iluminación en un espacio dado, de modo que se puedan crear cambios en la atmósfera y disposición de ánimo.

El diseño del alumbrado de un hotel tiene más de un objetivo. El primero es la iluminación, tanto de día como de noche, de la instalación. El otro, no menos importante, es que forma parte indispensable de la decoración.

La iluminación es un concepto que envuelve mucho más que utilizar lámparas y balastos de forma técnica y funcional. Cuando es usada de manera correcta y armónica, completa los ambientes, valora los detalles y ayuda a componer el todo con identidad y personalidad.

Fachadas, lobbys y ambientes internos de hoteles, restaurantes y bares ganan una identidad propia cuando son iluminados dentro de este concepto, trayendo a sus clientes una sensación de bienestar y confort.

Respetando las normas de iluminación ya bien arraigadas y que promueven un trabajo eficaz, la seguridad y el bienestar, debe prestarse especial atención a la administración de la energía y de esquemas de iluminación que sean económicos, teniendo en cuenta la política de ahorro desarrollada por nuestro país.

Se debe insistir no solo en la cantidad sino principalmente en la calidad de la iluminación.

El control de la iluminancia proporcionada por la instalación de iluminación eléctrica, durante períodos determinados y en sitios dados, puede ser un medio efectivo en el ahorro de energía. La iluminancia que se necesita depende de la luz natural disponible, del grado de ocupación y de las tareas a realizar.

El mando consiste generalmente en la conmutación o reducción de la intensidad de lámparas o luminarias individualmente, o de grupos de lámparas o luminarias. Este control se puede hacer en forma manual, automática o por una combinación de ambas en la que el mando manual anula al automático. El mando manual se puede hacer por medio de interruptores fijos o por dispositivos manuales de control automático; el mando automático puede programarse para controlar de acuerdo con la cantidad de luz natural disponible, según una temporización predeterminada o por la presencia de ocupantes, y puede ser parte de un sistema más general de automatización del edificio.

Debe alertarse que la conmutación frecuente de la mayoría de las lámparas fluorescentes tubulares modernas, con balastos electrónicos, no influye en la vida de las lámparas en grado tal que esto constituya una objeción al uso del mando de la iluminación con el fin del ahorro de energía en una instalación.

Todas las lámparas que se usan en hoteles, deben tener la apariencia y rendimiento en color adecuado, excepto en los locales que no requieren reproducir con exactitud los objetos iluminados. Las lámparas usadas normalmente para la iluminación de interiores se pueden dividir en tres Grupos según la temperatura de color correlacionada de ellas:

Grupo de apariencia de color	Apariencia de color	Temperatura de color correlacionada (°K)
1	caliente	por debajo de 3300
2	intermedia	3300 hasta 5300
3	fría	por encima de 5300

Se recomienda utilizar lámparas del Grupo 1 para los locales que requieran un buen rendimiento en color.

Grupo de rendimiento en el color	Gama del índice de rendimiento en el color	Apariencia de color	Ejemplos de uso	
			preferido	aceptable
1A	$Ra \geq 90$	caliente intermedia fría	pareo de color, galerías de cuadros	
1B	$90 > Ra \geq 80$	caliente intermedia	hoteles, restaurantes, tiendas, oficinas.	
2	$80 > Ra \geq 60$	caliente intermedia fría		oficinas

Las lámparas incandescentes se recomiendan:

- si se desean efectos especiales, como el centelleo.

Las lámparas fluorescentes se recomienda usarlas para todos los demás casos, pudiendo ser compactas, rectas, circulares o decorativas, en dependencia de su aplicación.

En la iluminación de pasillos, oficinas y otros locales similares, en los cuales se use lámparas tubulares, debe instalarse balastos electrónicos.

Concluimos estas generalidades señalando que se deben usar lámparas y aparatos de control de la eficacia más alta en la medida que sus otras características sean consistentes con los criterios de calidad exigidos para la instalación de iluminación. Al respecto, se deben considerar en las lámparas las otras propiedades siguientes: apariencia de color, rendimiento en color, luminancia, flujo luminoso, depreciación de los lúmenes, vida, tamaño, tipos de luminarias disponibles, características de encendido y apagado, posibilidades de regulación de la luz, etc.

En todas las áreas de uso por los huéspedes, la selección de las luminarias y lámparas se hará en estrecha coordinación con las especialidades de arquitectura y decoración.

#### **4.6.2 Habitaciones y apartamentos**

Se necesita usualmente una variedad de equipos de iluminación, algunos de apariencia decorativa, para crear una atmósfera acogedora y hogareña en las habitaciones.

La iluminación consistirá en una correcta combinación de luminarias para la iluminación general y la iluminación de puntos específicos: cabecera de cama, área de estar, mesa para escribir, butaca de lectura, de manera que el huésped pueda ajustar la iluminación a sus deseos.

Para cumplir los requisitos tecnológicos relativos a la iluminación en la habitación o apartamento, hay que tener en cuenta los aspectos señalados a continuación:

- a) Será posible desconectar la iluminación general desde la entrada a la habitación y desde la cama.
- b) En el punto de control de la iluminación general por el huésped, el interruptor estará provisto de una lámpara piloto que permita verlo en la oscuridad.

#### **4.6.3 Servicios sanitarios**

Lo común es combinar la iluminación general con una iluminación fluorescente para el espejo. Para estos fines se han de usar solamente lámparas que tengan un buen rendimiento en color.

#### **4.6.4 Vestíbulo y recepción**

Las primeras impresiones son las más importantes; por lo tanto, la iluminación del vestíbulo se ha de diseñar en colaboración con el arquitecto o el diseñador de interiores. La iluminancia debe ser la adecuada para la lectura de periódico y revista.

La iluminación en el área de la recepción es esencial que se planee de forma tal que la carpeta por sí misma se convierta en el punto focal para todas las personas que entran al hotel. Se recomiendan las luminarias con lámparas fluorescentes para proveer una iluminación difusa y mantener en un mínimo el deslumbramiento reflejado.

Espacio fundamental del hotel, el vestíbulo (Lobby) es un área de gran circulación; por lo tanto, necesita una iluminación adecuada que transmita a los clientes la sensación de que son bienvenidos. Para destacar los detalles, dar vida a los objetos de arte y relevar texturas, utilice lámparas con un haz de luz direccionado, proporcionan una luz más intensa y brillante, con ahorro de energía.

Un tratamiento más residencial es el apropiado para el salón, a fin de crear un ambiente atrayente. La iluminación en el área de entrada y recibimiento debe estar equipada con medios de conmutación y regulación para los distintos requisitos durante el día y el período nocturno.

#### **4.6.5 Restaurantes, cafeterías, salones de banquetes y bares**

La inventiva y la innovación son de importancia fundamental en el diseño de la iluminación para estos locales. Se han de tomar en consideración dos fenómenos psicológicos básicos: los niveles altos de brillo estimulan la actividad y el apresuramiento, en tanto que los niveles bajos producen relajamiento, meditación, romance.

En las cafeterías y bares, en tanto que el comensal como la administración desean un servicio ágil y una rotación rápida de los clientes, se puede requerir una iluminación más bien uniforme de varios cientos de lux, para crear una sensación de economía y eficiencia. Sin embargo, en otros locales gastronómicos en que el propósito es crear una atmósfera íntima, la iluminación general se ha de mantener más bien baja, con una iluminación local que aumente la intensidad sobre las mesas, la caja y los puntos de servicios. Todos los salones de banquetes y algunos restaurantes deben estar equipados con atenuadores y/o medios que permitan flexibilidad en la conmutación.

El bar es un área en el cual tienen cabida los proyectores ocultos y los empotrados, y otras formas de fuentes encubiertas, reguladas de manera adecuada.

Valore el clima y el ambiente de un restaurante con una iluminación, que combine y complemente la decoración. Para crear un ambiente íntimo en las mesas o más personal en espacios abiertos y amplios. Los haces de luz concentrados son una excelente opción para iluminar bares y áreas de alimentación.

Es importante que la iluminación mantenga el aspecto de los colores naturales de los alimentos.

#### **4.6.6 Salones polivalentes**

Estos salones se utilizan para actividades diversas (conferencias y exhibiciones, bailes, muestras de modas, conciertos) y su iluminación debe ser flexible y versátil. Cada una de las actividades señaladas da lugar a exigencias distintas en cuanto a la iluminación y a la instalación eléctrica para ésta.

Debe disponerse una iluminación general en que sea posible obtener distintos niveles luminosos mediante varios circuitos o por control suave (control por dimmer). En estos casos, la instalación debe permitir la iluminación general por áreas dentro del salón, lo que estará en dependencia del tamaño de éste.

Para algunas actividades será necesaria la utilización de proyectores, siendo lo más práctico disponer en el salón de tomacorrientes convenientemente ubicados. Los circuitos de estos tomacorrientes deberán ser independientes, para poder efectuar también un control suave.

#### 4.6.7 Pasillos y escaleras

La iluminación de estas zonas debe ser funcional y decorativa, pero siempre sobria.

Los pasillos en el área de alojamiento deben iluminarse de forma que, en todo momento, sea fácil localizar la puerta de cada habitación o apartamento.

Los circuitos se dividirán para obtener una iluminación reducida en horas de la madrugada.

Por razones de seguridad, es recomendable y práctico que estas áreas se controlen desde la recepción o desde un lugar accesible solamente a personas autorizadas.

#### 4.6.8 Cocina central

Las cocinas centrales de los establecimientos de alojamiento se clasifican como lugares húmedos, por lo que se usarán luminarias con un grado de protección adecuado a esta condición.

En la cocina se exige un nivel luminoso alto por el tipo de actividad que se realiza, por la limpieza necesaria y por la seguridad exigida. Esta iluminación ha de obtenerse como una combinación de iluminación general y localizada sobre las áreas de trabajo. Se emplearán lámparas fluorescentes de tonos cálidos y alto índice de reproducción cromática que permitan apreciar los colores naturales de los alimentos; es recomendable que la zona de inspección de los platos terminados esté provista de iluminación localizada incandescente o preferiblemente fluorescente con  $R_a$  (rendimiento a color) superior a 80.

#### 4.6.9 Cámaras frías

En estas cámaras es aceptable un bajo nivel luminoso. Deben utilizarse luminarias estancas con lámparas incandescentes o preferiblemente fluorescentes siempre que tengan buen comportamiento ante las temperaturas bajas.

Además de lo señalado con anterioridad para algunos locales principales, en la selección de las luminarias y de las lámparas se seguirá el criterio de utilizar aquéllas que sean adecuadas en cada caso al tipo de local, a la tarea visual y a la seguridad de las personas.

En lo relativo a las lámparas, se hacen las recomendaciones siguientes: Cuando se utilicen lámparas fluorescentes en áreas de uso por los huéspedes, seleccionar las de tonos cálidos para:

- a) Acceso, vestíbulo y carpeta: preferiblemente fluorescentes, según estilo. Para vestíbulos de altura no menor de 6 m se podrán considerar lámparas de halogenuros metálicos,
- b) Pasillos y circulación de huéspedes: preferiblemente fluorescentes, según estilo,
- c) Dormitorios, salas, vestíbulos, cocinas de habitaciones o apartamentos: fluorescentes,
- d) Servicios sanitarios (de habitaciones o apartamentos): fluorescentes,
- e) Terrazas o balcones: a considerar de acuerdo con las características del proyecto,
- f) Restaurantes: fluorescentes con  $R_a$  superior a 0,8,
- g) Cocina central: incandescente o fluorescentes de tonos cálidos,

- h) Cafeterías: fluorescentes, salvo excepciones de estilo,
- i) Bares: fluorescentes con  $R_a$  superior a 0,8,
- j) Salones polivalentes: combinación de fluorescentes y halogenuros metálicos,
- k) Servicios sanitarios públicos y de trabajadores: fluorescentes,
- l) Oficinas y áreas de trabajo: fluorescentes.

#### 4.6.10 Otros aspectos de la iluminación artificial

Cuando se requiere iluminar los armarios (closets), se instalará en cada armario una luminaria con lámpara fluorescente gobernada por un interruptor de puerta.

La determinación de la iluminancia (nivel luminoso) se hará de acuerdo con los requisitos estéticos y funcionales de cada área o local.

La Tabla 7 indica valores de iluminancia para los locales y áreas principales de un establecimiento de alojamiento, los que se dan como una recomendación. Se cumplirá con lo establecido en la norma NC-ISO 8995:2002/CIE S 008-2002.

Se empleará iluminación suplementaria especialmente en áreas públicas y recreativas, talleres y oficinas, a fin de disminuir los valores de iluminancia de la iluminación general. En la Tabla 6a, los valores incluidos para estas áreas corresponden a la iluminación general.

La iluminación general puede variarse por amortiguación (dimmer) o por repartición de las luminarias entre varios circuitos, o por ambos métodos.

La iluminación exterior juega un rol fundamental en la fijación de la identidad de una edificación, que es la creación de una ambientación que traduzca y valore el estilo del hotel. Ésta necesita, además de ello, transmitir seguridad para atraer y cautivar a sus huéspedes con elegancia y sofisticación.

En la iluminación de las calles, áreas verdes, zonas de estacionamiento, áreas de entretenimiento deportivo y el área perimetral correspondiente al establecimiento de alojamiento, se podrá considerar el empleo de luminarias con lámparas de vapor de sodio o de vapor de mercurio color corregido, ambas de alta presión. Estas luminarias se montarán sobre postes (columnas) de altura adecuada a la función y a la potencia de la lámpara, teniendo presente el factor estético y las posibilidades para el mantenimiento. Los balastos (reactancias) estarán incorporados a las luminarias.

La iluminación de las fachadas, grupos de árboles y bancos de flores se pueden hacer con mucha efectividad con el empleo de proyectores. Para este alumbrado se indica la utilización de las lámparas de vapor metálico, que se destacan por su calidad de color, ahorro de energía y reducido costo con mantenimiento reducidos cuando son comparadas a las halógenas o a las de vapor de mercurio, puesto que proporcionan una excelente calidad de iluminación y destaque.

Al paso que la iluminación debe destacar la fachada del Hotel, es importante que ésta no interfiera en la iluminación de las habitaciones con haces de luz indeseables provenientes del área externa, que pueden molestar a los huéspedes en momentos en que no desean ningún tipo de iluminación.

En las áreas de senderos internos del hotel se utilizarán, preferiblemente, lámparas compactas, no obstante esto queda supeditado a la luminaria que se use. La iluminación de jardines, caminos y terrazas debe transmitir la sensación de descanso y frescor, a la vez que necesita ser claro y bien definido, lo que destaca los colores, formas y detalles.

Los letreros luminosos hacen más fácil la identificación y localización del hotel, por lo que se dará adecuada atención a este aspecto.

La iluminación de las áreas exteriores ha de conjugarse con la de la zona turística en general y con la de la avenida de acceso al establecimiento de alojamiento de que se trate.

Se podrán colocar en piscinas, yakusis, o cualquier tipo de estanque con agua, una iluminación con carácter decorativo, siempre que cumplan con los requisitos establecidos en el apartado 4.6 y no interfiera en el confort visual general de la instalación.

Las instalaciones eléctricas de estos lugares deben cumplir con las tensiones de seguridad según el apartado 4.3.7, y se realizará según se detalla en el apartado 5.9.

#### **4.6.11 Iluminación de emergencia**

Además de la iluminación artificial en condiciones normales del suministro de energía eléctrica, se dispondrá de la iluminación de emergencia que se indica a continuación:

a) Para el caso de que quede interrumpido el suministro de energía del SEN, habrá una iluminación de emergencia que recibirá la energía eléctrica desde la planta eléctrica. Esta iluminación de emergencia estará formada por una determinada cantidad de las luminarias de la iluminación normal.

Para la evacuación del establecimiento, habrá una iluminación de emergencia que estará formada por luminarias, señales y avisos con independencia total de la iluminación normal, las que serán del tipo autónomo

El proyecto de iluminación de emergencia tendrá en cuenta lo establecido por la norma NC 96-35 y los requisitos contenidos en el Anexo F.

En locales de dimensiones apreciables, es recomendable distribuir las luminarias entre no menos de 2 ó 3 circuitos, con controles independientes, para lograr ahorros en el consumo de energía eléctrica y poder obtener valores de iluminancia acordes con la función a que se destina el local en distintas ocasiones. Para cualquier valor de iluminancia la distribución luminosa que se obtenga ha de resultar uniforme en todo el local o en la zona que se desea iluminar.

Se considerará en el proyecto la necesidad de conjugar la iluminación artificial con la natural, de manera que el gobierno de la primera permita desconectar las luminarias correspondientes a las zonas que reciben la luz natural, sin que se afecte el valor de iluminancia requerido.

Los requisitos de la iluminación recomendados para diversos locales y actividades se brindan en la Tabla 6a, de la manera siguiente:

Columna 1: Lista de (áreas) tareas interiores

La columna 1 lista aquellos interiores, tareas o actividades para las cuales se brindan requisitos específicos. Si un interior, tarea o actividad en particular no está en la lista, deben adoptarse los valores dados para una situación similar comparable.

Columna 2: Iluminancia mantenida (En lux):

La columna 2 brinda la iluminancia mantenida sobre la superficie de referencia para el interior, la tarea o la actividad indicada en la columna 1.

Columna 3: Capacidad unificada límite del deslumbramiento (CUDL):

La columna 3 da los límites de la CUD aplicables a las situaciones indicadas en la columna 1.

Columna 4: Índice mínimo del rendimiento de color (Ra):

La columna 4 brinda los índices mínimos de rendimiento de color para la situación indicada en la columna 1.

**Tabla 6a — Valores recomendados de luminancias (lux) para iluminación general**

Subsistema y local	NC-ISO 8995/CIE S 008:2003		
	Em Lux	CUD <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>
Subsistema de alojamiento			
• Habitación			
- Iluminación General	100	22	80
- Zonas de lectura	300	22	80
- Baño	300	22	80
- Espejo/Tocador	300	22	80
- Terraza	75	25	40
• Pasillos	100	25	80
• Escaleras			
- De huéspedes	150	25	40
- De servicio	150	25	40
• Vestíbulo de piso habitacional	100	25	80
• Ascensores	150	25	40
• Local del ama de llaves	500	19	80
• Local de camareras de piso	200	25	60
• Almacén de ropa lisa	300	25	80
• Local de ropa de cuerpo y costura	750	22	90
• Local de valet	300	25	80
• Almacén de ropa sucia	300	25	80
• Lavandería-tintorería	300	25	80
Subsistema gastronómico			
• Restaurante	200	22	80
• Cafetería	200	22	80
- Zona de autoservicio y mostrador	200	22	80
- Zona de mesas	200	22	80
• Bar y Lobby-bar	200	22	80
• Centro nocturno (cabaret, fonoteca)	200	22	80
• Salón polivalente (con servicio gastronómico)	500	19	80

• Cocina central			
- Areas de preparación (carne, pescados, viandas, vegetales, jugos, frutas)	500	22	80
- Lunch	500	22	80
- Preparación de mesa buffet	500	22	80
- Servicio-bar	500	22	80
- Chequería	500	22	80
- Cocción y despacho	500	22	80
- Fregado de vajilla	500	22	80
- Cacerolle	500	22	80
- Local Jefe de cocina	500	19	80
- Room service	500	19	80
• Panadería y dulcería	500	19	80
• Area de almacenamiento	500	19	80
- Almacenes no climatizados	100	25	60
- Conservación de embutidos, carne, pescados y mariscos, frutas y vegetales, productos lácteos	100	25	60
- Conservación de desperdicios	100	25	60
- Congelación de carne roja, pescados y mariscos, helados	100	25	60
- Cámara de hielo	100	25	60
- Cámara de vinos	100	25	60
- Cámara para grasas y levaduras	100	25	60
- Antecámara	100	25	60
• Área de carga y descarga			
- Andén	150	25	40
- Patios	150	25	40
• Comedor de empleados	200	22	80
• Pasillos	100	25	80
<b>Subsistema público comercial</b>			
• Acceso de huéspedes	200	22	80
• Vestíbulo principal y áreas de estar	100	22	60
• Salones de funciones: poliv. y otros	300	22	80
• Servicios sanitarios públicos	200	25	80
• Tienda	300	22	80
• Almacén de tienda	100	25	60
• Almacén materiales de buceo	100	25	60
• Correos y télex	500	19	80
• Sala de belleza	300	22	80
• Servicios médicos	500	19	90
• Portería y control de estacionamiento	300	19	80
• Estacionamiento	30	25	40
<b>Subsistema administrativo</b>			
• Recepción y carpeta	300	22	80
• Local de equipajes	200	25	80
• Caja y canje	500	19	80
• Guarda valores	500	19	80
• Oficina de apoyo a la recepción	500	19	80

• Local de operadora telefónica	500	19	80
• Centro de cálculo	500	19	80
• Buró servicio de huéspedes	300	22	80
• Oficinas administrativas en general	500	19	80
• Guardahorario	500	19	80
• Taquillas de empleados	200	25	80
• Estación de maleteros	200	25	80
• Pasillos	100	25	80
<b>Subsistema recreativo</b>			
• Sala de recreación	300	22	80
• Sala de salud	300	22	80
• Área de piscina	100	25	40
• Áreas de animación y participación colectiva	300	22	80
<b>Subsistema técnico</b>			
• Oficinas	500	19	80
• Talleres de mantenimiento	200	25	80
• Almacenes y pañol	200	25	80
• Central telefónica	500	19	80
- Resto del local			
• Sala de máquinas de refrigeración	200	25	60
• Equipos de bombeo	200	25	60
• Almacén de combustible	200	25	80
• Local de jardineros	200	25	60
• Viales	20	25	40
• Local de control de corrientes débiles	500	19	80

En locales que necesiten iluminación contra intrusos, se dispondrá un circuito independiente para alimentar la cantidad necesaria de luminarias destinadas a este fin.

Todos los circuitos de iluminación que se operen mediante esquemas compuestos por elementos fotosensibles, relés, interruptores temporizados o de otra forma, según considere el proyectista para hacer un uso racional de la energía eléctrica, serán automatizados y con opción de operación manual.

Las lámpara dicroicas se recomiendan para la iluminación de obras de arte, escaparates para exposición de objetos, prendas de vestir y similares.

#### 4.7 Conductores eléctricos y canalizaciones

En zonas de alta densidad de establecimientos de alojamiento en que se instale una distribución a MT soterrada, radial o en forma de lazo, las características del conductor eléctrico y de las canalizaciones serán como se establece en los apartados 5.2, 6.9 y 6.10.

En todo alimentador a un centro de distribución o equipo que requiera una capacidad superior a 500 A, se realizará un análisis técnico-económico de la variante de conductores contra blindobarras. Esta evaluación es procedente, asimismo, en el caso de establecimientos de arquitectura vertical.

En los locales con temperaturas y condiciones ambientales normales se utilizarán conductores con aislamientos termoplásticos (PVC) de baja emisión de humos tóxicos. No se aceptan conductores con aislamiento de goma natural ni de polietileno de baja densidad.

El aislamiento de los conductores será del tipo no propagador de la llama.

Para los circuitos en redes exteriores soterradas, se emplearán conductores con aislamiento de polietileno y cubierta protectora de PVC, XLPE o EPR y cubierta protectora de PVC (en dependencia de las condiciones donde serán instalados) con tensión nominal máxima 0,6/1 kV, tanto para soterrar en tuberías como para soterrar directamente. El recorrido será lo mas recto posible y se ejecutará de acuerdo a las distancias establecidas a otras redes técnicas u obstáculos que existan en el área. Ver Anexo G.

Los conductores de baja tensión se canalizarán de la forma establecida según el apartado 5.

#### **4.8 Protección contra el contacto directo con partes activas**

Todas las partes activas estarán completamente recubiertas con un aislamiento que limite a 1 mA la corriente de contacto que pueda circular por una persona normal con piel húmeda (2500 ohm). Dicho aislamiento será capaz de resistir con durabilidad los efectos mecánicos, eléctricos y químicos a que estará sometido en el servicio normal. Las pinturas, barnices, lacas y productos similares no son adecuados para este propósito.

Todas las partes activas estarán situadas dentro de cubiertas o detrás de barreras que proporcionen al menos un grado de protección IP-2 BC. Las superficies de las cubiertas o barreras de fácil acceso tendrán como mínimo un grado de protección IP-4 BC.

#### **4.9 Protección contra el contacto indirecto**

La instalación electroenergética ha de proyectarse, con características tales que se garantice la protección de las personas contra los contactos indirectos con las partes conductoras accesibles (masas) y los elementos conductores extraños a la instalación eléctrica (mesas metálicas con equipos eléctricos encima de ellas, marcos metálicos de puertas y ventanas, otros).

Con este fin, se tendrán en cuenta en las instalaciones electroenergéticas los aspectos siguientes:

**4.9.1** El punto neutro de los devanados de baja tensión de cada transformador de la subestación principal se conectará en forma sólida a tierra y se extenderá un conductor apropiado desde el punto mencionado hasta:

a) la barra N (neutro) del CGD, cuando la tensión de éste sea 240/415 V. La barra PE del CGD se conectará directamente al sistema de electrodos de tierra y se interconectarán las barras PE y N (Ver figura 6).

b) la barra PEN (protección + neutro) del CGD, cuando la tensión éste sea 277/480 V.  
(Ver figura 7)

**4.9.2** Desde la barra correspondiente (PE o PEN) del CGD se extenderán conductores de protección hasta la barra equivalente de centros de control de motores (CCM), centros de distribución de fuerza (CDF), paneles de distribución para iluminación y tomacorrientes (PDIT). En cada caso, el conductor de protección debe formar parte del multiconductor que alimenta al centro o panel; de no ser esto posible, el conductor de protección será un conductor independiente con aislamiento que se canaliza junto al multiconductor alimentador, o dentro de la misma tubería que contiene a los monoconductores activos del circuito.

**4.9.3** El circuito que alimenta cada receptor eléctrico estará acompañado de un conductor de protección adecuado.

**4.9.4** Todas las partes conductoras accesibles (masas) del material eléctrico y los elementos conductores extraños a la instalación eléctrica, se conectarán mediante conductores de protección, al punto neutro puesto a tierra de los devanados secundarios de los transformadores principales. Los equipos de la clase II no tienen que unir sus partes conductoras accesibles a un conductor de protección.

**4.9.5** La sección de los conductores de protección debe ser:

- bien calculada conforme al apartado 4.9.5.1,
- bien elegida conforme a las tablas D y E,

En ambos casos, se ha de tener en cuenta lo indicado en el apartado 4.9.5.3.

**NOTA** La instalación debe estar concebida de forma que los bornes de los materiales puedan recibir las secciones de los conductores de protección.

**4.9.5.1** La sección debe ser, como mínimo, igual a la determinada por la fórmula siguiente (aplicable solamente para tiempos de corte no superiores a 5 s).

$$S = (I^2 t)^{1/2} / k$$

donde:

**S** - es la sección del conductor de protección, en milímetros cuadrados;

**I** - es el valor eficaz de la corriente de defecto que puede atravesar el dispositivo de protección para un defecto de impedancia despreciable, en amperios;

**t** - es el tiempo de funcionamiento del dispositivo de corte, en segundos.

**NOTA** Debe tenerse en cuenta el efecto de limitación de corriente por impedancias del circuito y del poder limitador (integral de Joule) del dispositivo de protección.

**k** - es el factor cuyo valor depende de la naturaleza del material del conductor de protección de los aislamientos y otras partes y de las temperaturas inicial y final. Los valores de k para los conductores de protección en diferentes condiciones se indican en las tablas.

Si la aplicación de la fórmula conduce a valores no normalizados, se deberán utilizar los conductores que tengan la sección normalizada inmediatamente superior.

#### NOTAS

- Es necesario que la sección así calculada sea compatible con las condiciones impuestas a la impedancia del bucle de falla.
- Para los límites de temperatura para las instalaciones en atmósferas explosivas consultar la norma IEC 60079-8.
- Deben tenerse en cuenta las temperaturas máximas admisibles para las conexiones

**Tabla A — Valores de k para los conductores de protección aislados no incorporados a los cables y los conductores de protección desnudos en contacto con el revestimiento de cables**

	Naturaleza del aislante de los conductores de protección o de los revestimientos de cables.		
	Policloruro de vinilo (PVC)	Polietileno reticulado (PRC) Etileno Propileno (EPR)	Caucho butilo
Temperatura final	160 ≡ C	250 ≡ C	220 ≡ C
Material del conductor	k		
Cobre	143	176	166
Aluminio	95	116	110
Acero	52	64	60

**NOTA** La temperatura inicial del conductor se considera que es de 30≡ C

**Tabla B — Valores de k para los conductores de protección que constituyen un cable multiconductor**

	Naturaleza del aislamiento.		
	Policloruro de vinilo (PVC)	Polietileno reticulado (PRC) Etileno Propileno (EPR)	Caucho butilo
Temperatura inicial	70 °C	90 °C	85 °C
Temperatura final	160 °C	250 °C	220 °C
Material del conductor	k		
Cobre	115	143	134
Aluminio	76	94	89

**Tabla C — Valores de k para conductores desnudos que no corren el riesgo de dañar materiales próximos para las temperaturas indicadas**

Condiciones Materiales del Conductor	Visibles y en los emplazamientos reservados*	Condiciones normales	Riesgo de incendio
Temperatura max	500 °C	200 °C	150 °C
COBRE k	228	159	138
Temperatura max	300 °C	200 °C	150 °C
ALUMINIO k	125	105	91
Temperatura max	500 °C	200 °C	150 °C
ACERO k	82	58	50

**4.9.5.2** Las secciones de los conductores de protección no deben ser inferiores a los indicados en las tablas D y E. En este caso la verificación del apartado 4.9.5.1 no es necesaria.

**Tabla D — Conductor de protección para sistemas TNS en la acometida principal**

Sección de los cables de fase o sección equivalente cuando son varios por fase		Sección del conductor de protección	
Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
35 mm <sup>2</sup> o menor	50mm <sup>2</sup> o menor	10mm <sup>2</sup>	16mm <sup>2</sup>
50mm <sup>2</sup>	70-95mm <sup>2</sup>	16mm <sup>2</sup>	25mm <sup>2</sup>
70-95mm <sup>2</sup>	120mm <sup>2</sup>	25mm <sup>2</sup>	35mm <sup>2</sup>
120-185mm <sup>2</sup>	150-240mm <sup>2</sup>	35mm <sup>2</sup>	50mm <sup>2</sup>
240-300mm <sup>2</sup>	300-400mm <sup>2</sup>	50mm <sup>2</sup>	70mm <sup>2</sup>
400-500mm <sup>2</sup>	500mm <sup>2</sup>	70mm <sup>2</sup>	95mm <sup>2</sup>

**Tabla E — Sección del conductor de protección en canalizaciones interiores y para conexión a equipos**

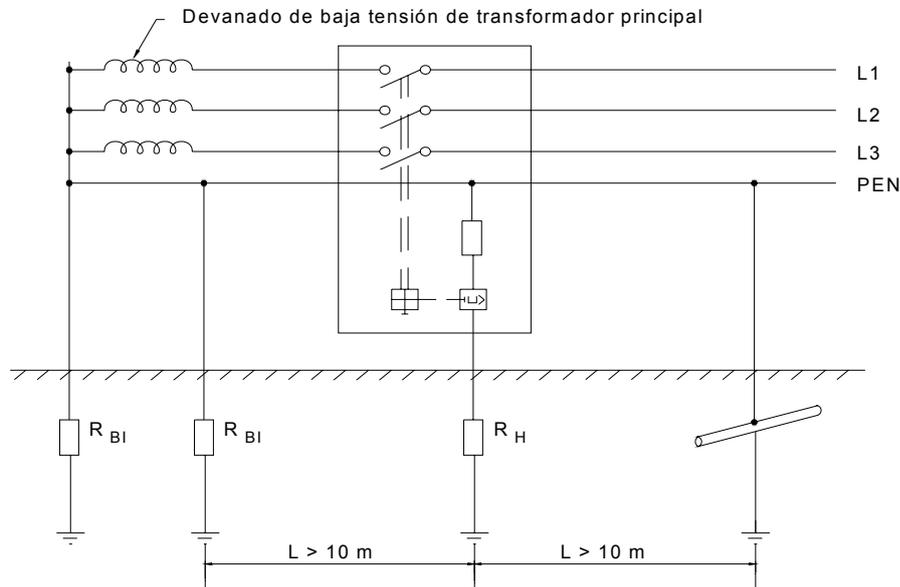
Ajuste de la protección de sobrecorriente del aparato de protección aguas arriba del equipo en A.	Sección en mm <sup>2</sup>	
	Cobre	Aluminio
15	1,5	2,5
20	2,5	4
30	4	6
40	6	6
60	6	10
100	10	16
200	16	25
400	25	50
600	25	70
800	50	95
1000	70	95
1200	95	120
1600	95	150
2000	120	185
2500	150	240
3000	185	300
4000	240	400
5000	300	500
6000	400	-

**4.9.5.3** En todos los casos cuando el conductor de protección no forma parte del mismo conducto de los conductores de fase, su sección no debe ser menor de:

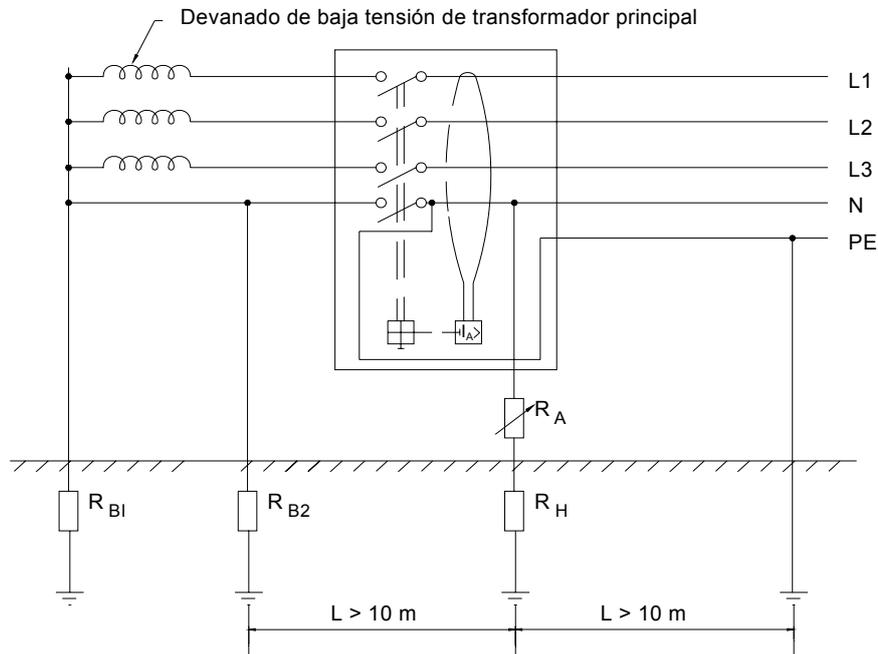
- 2,5 mm<sup>2</sup> si está prevista una protección mecánica.
- 4,0 mm<sup>2</sup> si no está prevista una protección mecánica.

**4.9.6** La instalación de tomas de tierra de las líneas de MT será eléctricamente independiente de la instalación de tomas de tierra de la parte de baja tensión del establecimiento de alojamiento, siempre que ello sea factible técnica y económicamente. Esto no excluye la necesidad de que se haga el cálculo de las tensiones de contacto que se pueden presentar en caso de fallas a tierra.

**4.9.7** Si es previsible que la diferencia de potencial del punto neutro de los devanados de cualquier transformador principal de potencia puede exceder el valor de 48 V C.A. en condiciones de falla, se empleará un relé de tensión o un interruptor diferencial para accionar primeramente una alarma y, después de un retardo, desconectar el disyuntor principal. Ver los esquemas de las Figuras 8 y 9.



**Figura 8 — Control de tensión en el neutro del transformador, por medio de relé de tensión**



**Figura 9 — Control de tensión en el neutro del transformador, por medio de un interruptor diferencial**

**4.9.8** La corriente producida por un defecto en el aislamiento que provoque una diferencia de potencial peligrosa según las condiciones del local, debe hacer actuar al dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 segundos.

La Tabla 7 muestra las tensiones de contacto máximas permisibles (de C.A.) para distintas condiciones del local. En dependencia del tiempo máximo de apertura del dispositivo de corte (fusible, disyuntor) será la tensión permisible, como se observa. Por su estrecha relación con la seguridad humana, la utilización de los valores de esta Tabla exige un cálculo riguroso que determine con precisión el tiempo en que abrirá el dispositivo de corte.

**Tabla 7 — Tensiones de contacto máximas permisibles (de C.A.) para distintas condiciones del local**

Tiempo máximo de apertura (s)	Tensión de contacto máxima permisible (V) Condiciones del local		
	secas y húmedas	mojadas	inmersas
5	50	24	12
1	75	40	21
0,5	90	50	27
0,05	220	145	82
0,03	280	195	110

**4.9.9** El cálculo se hará por medio de las curvas de comportamiento de los dispositivos de protección contra las sobre corrientes. De no tenerse estas curvas, se utilizarán los valores del factor K de desconexión de acuerdo con la Tabla 8.

$$K = I_d / I_n;$$

donde:

$I_d$ : corriente de desconexión;

$I_n$ : corriente nominal.

En régimen TN-S debido a que las masas de los equipos se conectan a tierra a través del punto neutro del transformador, las corrientes de defecto a tierra alcanzan valores similares a los de las corrientes de cortocircuito, la protección contra contacto indirecto la podemos lograr con los dispositivos automáticos de protección contra sobrecarga y cortocircuito siempre que la misma alcance el umbral de disparo de estas, de forma tal, que se garantice el tiempo de apertura que se indica en la Tabla 7. Es decir, que la impedancia del circuito de defecto deberá ser:

$$Z_s \leq U_o / I_m \text{ (para interruptor automático)}$$

$$Z_s \leq U_o / I_{fu} \text{ (para fusibles)}$$

donde:

$Z_s$ : impedancia del circuito de defecto

$U_o$ : tensión entre fase y neutro

$I_m$ : valor de la corriente de disparo magnético del disyuntor

$I_{fu}$ : corriente de desconexión del fusible

Estas condiciones han de verificarse por cálculo, una vez que se conciba la red.

El cálculo de la impedancia del circuito de defecto es realmente delicado, para lo que se tiene en cuenta dos hipótesis:

a) El conductor de protección no está cerca de los conductores de fase. En este caso, prácticamente no es posible realizar el cálculo. Por el efecto de alejamiento del PE, la reactancia del circuito de defecto aumenta notablemente sobre todo si en el interior de dicho circuito existen elementos metálicos. La impedancia de este circuito solo podrá conocerse una vez realizada la instalación.

b) El conductor de protección está próximo a los conductores de fase. Esto ocurre cuando el conductor de protección se canaliza junto a los conductores de fase. Ver Anexo I.

Para el caso de fusibles, entonces se emplea la corriente de desconexión del fusible, la que varía de acuerdo a la tensión de seguridad que se quiera lograr, por lo que para cada condición de local que aparece en la Tabla 7, varía la longitud máxima protegida.

Si las longitudes son superiores a las máximas calculadas, entonces se puede:

- aumentar la sección de los cables

- disminuir la intensidad de disparo magnético (pero atención con la selectividad)
- realizar una conexión equipotencial suplementaria
- instalar un dispositivo diferencial que puede ser de dos tipos, de acuerdo a las características de la corriente de falla a tierra:
  - para corriente de defecto alterna.
  - para corriente de defecto alterna y continua pulsante (circuitos de alimentación a equipos con componentes electrónicos).

Para los circuitos en que se protege a consumidores que ocasionan corrientes de derivación elevadas en la maniobra de conexión, entonces emplear dispositivos diferenciales de 30 mA con breve retardo cumpliendo los requisitos de desconexión de la IEC 61008-1.

**4.9.10** Las cubiertas metálicas de canalizaciones prefabricadas, en particular de blindobarras, se pueden utilizar como conductores de protección si satisfacen simultáneamente los tres requisitos siguientes:

- su conductancia será, al menos, igual a la del conductor calculado en el apartado 4.9.5.
- la continuidad eléctrica se logrará de manera que esté asegurada la protección contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos, así como contra su interrupción accidental.
- permitirán la conexión de conductores de protección en los puntos de derivación.

**4.9.11** Los conductores de protección no pueden interrumpirse en todo su recorrido, por lo que no se permite instalar en ellos ningún tipo de aparato de conmutación (interruptor, desconectivo u otro dispositivo de este carácter).

**4.9.12** No se admite que el conductor de protección sea del tipo desnudo, desprovisto de aislamiento, cualquiera que sea el método de montaje.

**4.9.13** La puesta a tierra del punto neutro de los devanados secundarios de los transformadores principales no presentará una resistencia a tierra mayor de 2 ohm.

**4.9.14** Todas las masas y elementos conductores extraños que pueden ser accesibles simultáneamente por una persona se unirán entre sí mediante conexiones equipotenciales.

Se hará una aplicación muy cuidadosa de las conexiones equipotenciales en los cuartos de baño, servicios sanitarios y en las piscinas; todas las tuberías metálicas de los baños se interconectarán entre sí y a tierra. La sección de los conductores de las conexiones equipotenciales no será menor de 10 mm<sup>2</sup>.

Tabla 8 — Factor K de desconexión

Tipo de dispositivo de protección contra las sobrecorrientes.		Factor K de desconexión	
		Para protecciones de sobrecorriente que controlan equipos y tomacorrientes de modo directo.	Para protecciones de sobrecorriente que no se mencionan en la columna 2. (control indirecto).
1		2	3
F U S I B L E S	Muy rápido	2,5	2,5
	Rápido	3,5	
	Normal		
	Lento		
		Más de 50 A	
Disyuntor no ajustable		3,5	2,5
Interruptor de protección para líneas y motores, de acción instantánea por disparo magnético.		sin retardo 1,25	
		con retardo 1,5	

**4.9.15** Se proveerá protección diferencial en los circuitos de iluminación y tomacorrientes de las habitaciones o apartamentos, para corrientes de defecto alternas y continuas pulsantes teniendo en cuenta la utilización de equipos de componentes electrónicos en sus locales.

**4.9.16** Los circuitos de tomacorrientes se protegerán con protecciones diferenciales con sensibilidad menor o igual a 30 mA, para corrientes alternas y continuas pulsantes de defecto a tierra. Todos los tomacorrientes tendrán contacto de puesta a tierra para el conductor de protección.

Las masas y elementos conductores en los cuartos de baños, piscinas, etc estarán interconectadas entre si y tierra mediante una conexión equipotencial.

Los aparatos conectados a los tomacorrientes protegidos por protección diferencial, tendrán sus masas conectadas al conductor de protección, excepto los aparatos de la clase II. Ver Tabla 9. La Tabla 10 muestra la compatibilidad entre distintas medidas de protección para la seguridad de las personas y las propiedades, la que se ha de tomar como guía para adoptar dichas medidas.

**Tabla 9 — Clasificación de los aparatos receptores a los efectos de la protección de las personas contra los contactos eléctricos indirectos**

Tipo	Tensión nominal	Intensidad nominal	Posibilidad y forma de realizar la puesta a tierra	Resistencia aislamiento cc(500V)	Observaciones
Clase 0	$V_n \leq 440 \text{ V}$	$I_n \leq 63 \text{ A}$	Imposibilidad material de puesta a tierra de partes conductoras accesibles. Aislamiento funcional.	$1 \Omega$	Puede llevar doble aislamiento reforzado. Tensión de ensayo a masa ( $t=1'$ )=1500 V.
Clase 1	$V_n \leq 440 \text{ V}$	$I_n \leq 63 \text{ A}$	Posibilidad material de puesta a tierra de partes conductoras accesibles. Aislamiento funcional.	$1 \Omega$	Cable de conexión con conductor de protección. Clavija de conexión con contacto para conductor de protección. Tensión de ensayo a masa ( $t=1'$ )=1500 V.
Clase 01	$V_n \leq 440 \text{ V}$	$I_n \leq 63 \text{ A}$	Con borne de puesta a tierra de partes conductoras accesibles. Aislamiento funcional.	$1 \Omega$	Conductor de alimentación fijo al aparato. No incluye conductor de protección ni clavija con contactos para el mismo. Tensión de ensayo a masa ( $t=1'$ )=1500 V.
Clase II	$V_n \leq 440 \text{ V}$	$I_n \leq 63 \text{ A}$	Imposibilidad material de puesta a tierra de partes conductoras accesibles. Doble aislamiento o aislamiento reforzado.	Funcional $2 \Omega$	Símbolo característico: Tensión de ensayo a masa: ( $t=1'$ )=4000 V.
Clase II A	$V_n \leq 440 \text{ V}$	$I_n \leq 63 \text{ A}$		Suplementario $5 \Omega$	Envolvente duradera continuación aislante. Cubre casi todas las partes metálicas. Denominación: Clase II con aislamiento envolvente.
Clase II B	$V_n \leq 440 \text{ V}$	$I_n \leq 63 \text{ A}$		Reforzado $7 \Omega$	Envolvente metálica aislada de las partes activas por un doble aislamiento o aislamiento reforzado. Denominación: Clase II, con envolvente metálica.
Clase II C			Conjunto de los tipos A y B		
Clase III	$V_n \leq 50 \text{ V}$	$I_n \leq 63 \text{ A}$	Imposibilidad material de puesta a tierra de partes accesibles. Aislamiento funcional.		Clavija de toma corriente especial que no puede introducirse en bases de tensión superior a 50V. Tensión de ensayo a masa ( $t=1$ ) 500 V.
	$V_n \leq 440 \text{ V}$	$I_n > 63 \text{ A}$	Aislamiento convencional		Tensión de ensayo a masa ( $t=1'$ )=( $2U+1000\text{V}$ ) Tensión ensayo mínima=1500 V U = Tensión mínima nominal.

Tabla 10 — Compatibilidad de sistemas

	Separa- ción de circuitos	Doble Aisla- miento	Ten- sion de seguri- dad	Puesta tierra de las masas		Conexión equipoten- cial	Dispositivo de corte por tensión de defecto.	Puesta a neutro de las masas	
				Fusibles magneto t.	Disposit. Diferenc.				
Separación de circuitos	-	C	C	C	C	C	C	C	
Doble aislamiento	C	-	C	C	C	C	C	C	
Tensión de seguridad	C	C	-	C	C	C	C	C	
Puesta a tierra de las masas	Fusible Magnetot.	C	C	C	-	C	NC	RC	NC
	Dispositiv. diferencial	C	C	C	C	-	NC	RC	NC
Conexión equipotencial	C	C	C	NC	NC	-	C	NC	
Dispositivo de corte Por tensión de defecto	C	C	C	RC	RC	C	-	RC	
Puesta a neutro de las masas	C	C	C	NC	NC	NC	RC	-	

C = Compatible RC= Compatibilidad restringida NC= No compatible

#### 4.10 Sistema de tomas de tierra

##### 4.10.1 Electrodo de tierra

Se proveerá un sistema único de electrodos de tierra, el que será común para todos los servicios de ingeniería que requieran conectarse al potencial de tierra.

El valor máximo de la resistencia total a tierra del sistema único de electrodos de tierra estará determinado por el servicio de ingeniería de mayor exigencia al respecto, lo cual se precisará en el Programa.

En condiciones particulares en que resulte excesivamente costoso lograr un sistema único de electrodos de tierra se podrá proveer más de un sistema de electrodos, diseñando cada uno según las exigencias de los servicios de ingeniería que se conectarán a los mismos. Se debe consultar previamente a la Agencia de Protección contra Incendios (APCI). Además, se desarrollarán acciones para cumplir con las exigencias requeridas en los sistemas. Como práctica se deberá implementar un recurso de humedecimiento periódico del suelo.

En el Programa se establecerán los valores de la resistividad del terreno, según los datos presentados por el Inversionista o en las investigaciones ingenieras a realizar en la etapa de Anteproyecto.

Para asegurar la dispersión de la corriente del rayo en la tierra sin provocar sobre tensiones peligrosas, son más importantes la disposición y las dimensiones del sistema de tomas de tierra que un valor específico de la resistencia de puesta a tierra; sin embargo, en sentido general, se recomienda un bajo valor de la misma.

El sistema de electrodos de tierra, sea único o no, podrá diseñarse con electrodos naturales o artificiales, o ambos, prefiriéndose los electrodos naturales.

#### **4.10.1.1 Electrodos de tierra naturales**

En calidad de electrodos naturales se utilizarán los cimientos de hormigón armado situados en el perímetro de las edificaciones que constituyen el establecimiento de alojamiento, así como cualquier otra construcción importante de hormigón armado situada por debajo del nivel del terreno. (Ver Anexo H).

Para conectar eléctricamente a los cimientos mencionados en el punto anterior y ponerlos así en paralelo, integrando un sistema complejo de electrodos de tierra, se empleará el acero de refuerzo de las vigas zapatas (perimetrales).

El Anexo H establece las condiciones generales que se han de cumplir para utilizar satisfactoriamente los cimientos de hormigón armado como electrodos de tierra.

Los electrodos naturales son una buena práctica recomendada y siempre deberá tomarse como solución inicial y principal; se podrán emplear combinados en unión de electrodos artificiales en los casos en que no se pueda alcanzar sólo con los cimientos el valor de resistencia de puesta a tierra exigido.

#### **4.10.1.2 Electrodos de tierra artificiales**

Como electrodos de tierra artificiales se podrán adoptar distintas configuraciones de electrodos, horizontales o verticales, o una combinación de ambos.

La profundidad de empotramiento y el tipo de los electrodos de tierra deberán reducir al mínimo los efectos de la corrosión y la sequedad del suelo, y estabilizar la resistencia equivalente de tierra. En roca viva sólo se recomienda utilizar la disposición del electrodo de tierra en anillo (o electrodo de tierra de cimentación).

Los electrodos artificiales se emplearán en los casos en que no se puedan usar los cimientos en calidad de electrodos o, cuando usándose, no se pueda alcanzar sólo con éstos el valor de resistencia a tierra exigido.

De ser necesario la utilización de electrodos artificiales, se recomienda la colocación de un electrodo horizontal a todo lo largo del perímetro del edificio principal del establecimiento, por la parte exterior de éste, el cual se suplementará con electrodos verticales en la medida que sea necesario para alcanzar el valor exigido de resistencia a tierra o por exigencias del sistema de protección contra los rayos.

Los elementos que se utilicen para los electrodos artificiales serán altamente resistentes a la corrosión, garantizando la durabilidad del sistema. Los electrodos horizontales y verticales, componentes del sistema de tomas de tierra pueden fabricarse con los materiales dados en la norma NC-IEC 62305, siempre que éstos presenten una conductividad eléctrica y una resistencia a la

corrosión suficientes. Se podrán emplear otros metales si su comportamiento mecánico, eléctrico y químico (corrosión) es equivalente.

En el caso de los electrodos de tierra de tipo copperweld, UL recomienda que el recubrimiento de cobre tenga un espesor mínimo de 250 micras.

Como electrodos de tierra horizontales se pueden emplear conductores desnudos, pudiendo ser sólidos redondos (barras), trenzados redondos (cables), y sólidos planos (cintas). Como electrodos verticales pueden utilizarse, barras, placas o mallas.

Cuando haya que unir varias barras para alcanzar la profundidad de enterramiento prevista en el proyecto, como elemento de unión se emplearán nudos roscados del mismo material que las barras.

La unión entre sí de los distintos tramos de los electrodos horizontales y entre éstos y los electrodos verticales se hará de las formas siguientes:

- a) para los electrodos de acero galvanizado, por medio de grapas de presión por tornillos o por soldadura aluminio-térmica.
- b) para los electrodos de cobre y acero-cobre, por soldadura aluminio-térmica.

Al alcanzar la profundidad de hinca establecida en el proyecto para cada electrodo vertical, la parte superior de éste ha de quedar enterrado a una profundidad de 300 mm aproximadamente.

Se proveerán arqueta-registros que permitan la inspección visual y la medición de la resistencia a tierra. La cantidad y ubicación de estos registros dependerá de la configuración del sistema de los electrodos de tierra, lo que quedará determinado en el proyecto.

Los electrodos horizontales se colocarán enterrados a una profundidad no menor de 0.5 m (500 mm) respecto al nivel de suelo, y las separación de las paredes exteriores del inmueble o estructura, será igual o mayor que 1.0m (1000 mm).

#### **4.10.2 Barra principal de tierra (BPT)**

Para la conexión de los distintos servicios de ingeniería al sistema único de electrodos de tierra se instalará una barra principal de tierra, o más de una si resulta conveniente. Las barras principales de tierra se conectarán eléctricamente al sistema de electrodos de tierra por medio de un conductor de tierra.

Las condiciones de equipotencialidad se establecen en el capítulo correspondiente a la protección interior contra el rayo y las sobre tensiones.

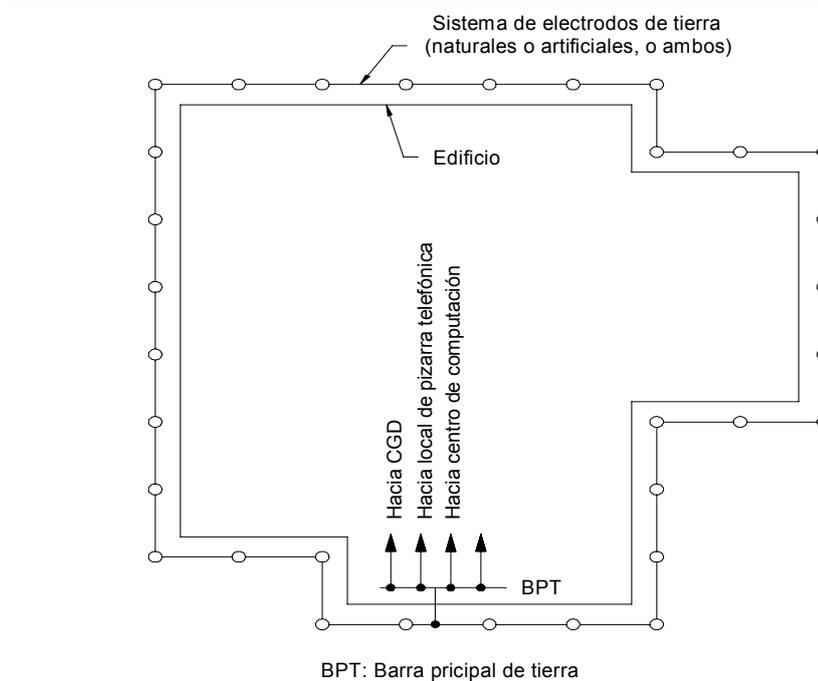
Cuando se instala una sola barra principal de tierra, desde ella se ha de derivar un conductor para cada servicio de ingeniería. Este conductor irá directamente desde la barra principal hasta el local principal del servicio de ingeniería de que se trate, no permitiéndose la conexión del conductor de un servicio con el de otro en algún punto del recorrido de ambos, ni utilizar el conductor destinado a un servicio de ingeniería en otro servicio. Las rutas de estos conductores han de ser lo más cortas y directas que se puedan.

Se recomienda que la barra principal de tierra esté ubicada en el local del centro general de distribución (CGD). Ver figura 10.

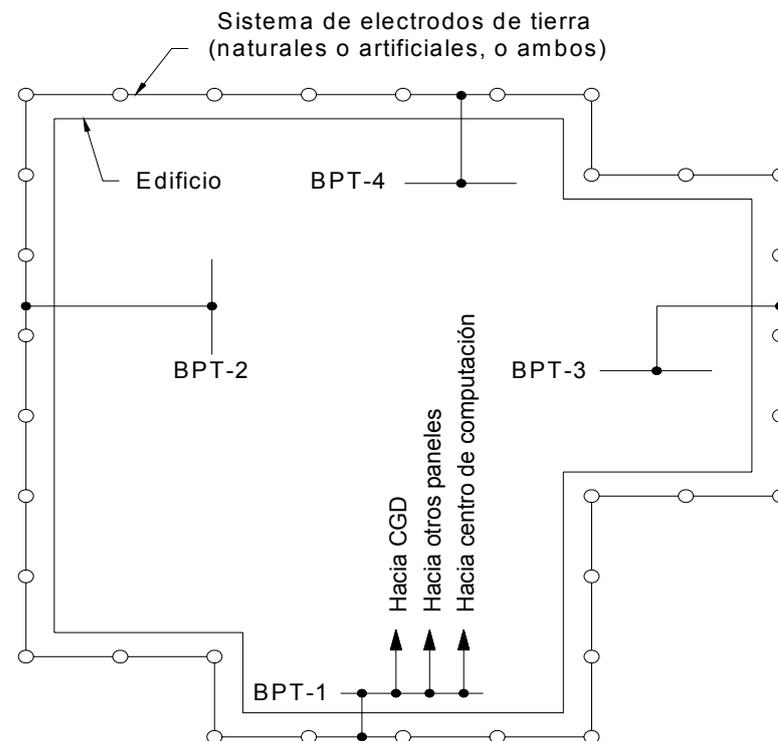
Cuando la configuración arquitectónica del establecimiento y la ubicación de los locales principales de los distintos servicios de ingeniería no haga recomendable instalar una sola barra principal de tierra, algunos servicios podrán tener su propia barra de tierra, a la que se conectarán directamente. En estos casos, cada barra de tierra se ubicará en el local principal del servicio de ingeniería a que corresponda. Ver figura 11.

Los bajantes de la instalación para la protección contra las descargas eléctricas atmosféricas se conectarán directamente del sistema de electrodos de tierra, no permitiéndose que bajante alguno se conecte a una cualquiera de las barras de tierra.

Las tuberías metálicas de redes -técnicas (hidráulicas, gas y otras) que penetran en el edificio del establecimiento se conectarán a la barra principal de tierra o a la barra de tierra que resulte más conveniente. La conexión en cada tubería se hará inmediatamente antes de que ella penetre en la edificación.



**Figura 10 — Representación esquemática del sistema de tierra con una sola barra Principal**



- BPT-1: Barra principal de tierra para la instalación electroenergética.  
 BPT-2: Barra principal de tierra para centro de comunicaciones.  
 BPT-3: Barra principal de tierra para centro de computación.  
 BPT-4: Barra principal de tierra para otro sistema de ingeniería.

**Figura 11 — Representación esquemática del sistema de tierra con más de una barra principal de tierra**

#### 4.11 Protección contra descargas eléctricas atmosféricas

Los establecimientos de alojamiento dispondrán de una instalación para la protección exterior contra los impactos directos del rayo (ver apartado 5.17), siempre que esta sea necesaria, según lo establecido en la norma NC -IEC 62305; la necesidad de una instalación exterior de protección contra el rayo se determinará por el método de selección del nivel de protección de los sistemas de protección contra el rayo recomendado en IEC 62305-2.

El diseño de la instalación de pararrayos se hará en estrecha coordinación con las especialidades de Estructura y Arquitectura, con el objetivo de ocultar de la visión directa los elementos componentes de la instalación, siempre que ello sea factible.

Se prestará atención especial a los bajantes de pararrayos, por lo que con el fin de reducir el riesgo de aparición de chispas peligrosas, los sistemas de bajantes se han de disponer de forma tal que desde el punto de impacto hasta tierra, existan varias trayectorias en paralelo para la corriente del rayo, y la longitud de estas trayectorias se reduzca al mínimo. Se dispondrán los sistemas de bajantes

de forma tal que constituyan, en la medida de lo posible, una prolongación directa de los conductores del dispositivo captador.

Como solución de la protección contra el rayo se podrán utilizar sistemas de dispositivos captadores conformados por varillas o puntas sobre mástiles, líneas o conductores tendidos y mallas de conductores; se permitirá la solución de la protección mediante pararrayos de radio de protección incrementado, siempre que los mismos estén homologados por la autoridad competente.

La protección contra descargas eléctricas atmosféricas en el interior de las instalaciones deberá garantizar la protección de:

- aparatos eléctricos;
- equipamiento electrónico sensible;
- instalaciones telefónicas;

Y deberá ser diseñado acorde a la tensión residual esperada y con el grado de coordinación adecuada a cada zona de protección.

En los sistemas de dispositivos captadores no aislados de la edificación a proteger, los bajantes se distribuirán, preferentemente, de forma uniforme alrededor del perímetro, situándose los bajantes necesarios por el cálculo, y en la medida de lo posible los diferentes ángulos exteriores de la edificación deberán contar con éstos.

Es conveniente no instalar bajantes en canalones o en tubos de bajada de agua aunque estén recubiertos de material aislante. Los efectos de la humedad en los canalones provocan una fuerte corrosión del bajante. Se recomienda que los mismos estén colocados de tal forma que haya un espacio entre ellos y las puertas y ventanas.

Los bajantes se deberán instalar rectos y verticales para obtener el trayecto más corto y directo posible a tierra. Se evitarán formar bucles y lazos, si esto no es posible, la distancia medida entre dos puntos del conductor y la longitud del conductor entre estos dos puntos deberán cumplir con lo establecido en la norma NC- IEC 62305.

Cuando se empleen los cimientos como electrodos naturales de tierra, se podrá utilizar el acero de las columnas como bajantes naturales del sistema de pararrayos siempre y cuando se garantice continuidad eléctrica verificable y duradera.

Los sistemas de captadores y los bajantes se fijarán firmemente para que las fuerzas electrodinámicas del rayo o los esfuerzos mecánicos accidentales, como por ejemplo las vibraciones, y las dilataciones térmicas, no hagan que los conductores se rompan o se suelten.

El número de uniones a lo largo de un conductor deberá reducirse a un mínimo. Se asegurará la solidez de las uniones mediante soldadura, engaste, atornillado o empernado.

#### **4.12 Protección del equipamiento eléctrico**

El material eléctrico se protegerá adecuadamente contra sobrecargas o cortocircuitos, o ambos, y todas las protecciones estarán debidamente coordinadas para garantizar que una falla interrumpa el suministro de energía eléctrica solamente a la parte afectada de la instalación electroenergética.

Todo el material de protección contra cortocircuitos, ya sean disyuntores o fusibles, tendrá capacidad interruptiva adecuada al nivel de cortocircuito máximo en el punto del sistema en que se halle instalado, no aceptándose sistemas de protección en cascada. (ver Anexo I).

#### 4.12.1 Transformadores de potencia de media tensión en el lado primario

Todo transformador se protegerá con un dispositivo individual de sobre corriente en el lado primario.

Cuando se empleen fusibles, su corriente especificada no será mayor del 250 % de la corriente especificada primaria del transformador.

Un transformador que tenga un dispositivo de sobre corriente en el lado secundario con una corriente especificada o de ajuste para interrumpir a valores de corriente que no excedan a los señalados en la Tabla 11, no ha de tener obligatoriamente un dispositivo individual de sobre corriente en el lado primario, siempre y cuando el alimentador primario tenga un dispositivo de sobre corriente con corriente especificada o de ajuste no mayor que lo establecido en dicha Tabla 11.

#### 4.12.2 Transformadores de potencia de tensión especificada menor de 600 V en cualquiera de sus devanados

Todo transformador se protegerá con un dispositivo individual de sobre corriente en el lado primario, el cual tendrá una corriente especificada o de ajuste no mayor del 125 % de la corriente especificada primaria del transformador.

Un transformador que tenga un dispositivo de sobre corriente en el lado secundario con corriente especificada o de ajuste no mayor del 125 % de la corriente especificada secundaria del transformador, no ha de tener obligatoriamente un dispositivo individual de sobre corriente en el lado primario siempre y cuando el dispositivo de sobre corriente del circuito alimentador primario tenga una corriente especificada o de ajuste no mayor del 250 % de la corriente especificada primaria del transformador.

**Tabla 11 — Transformadores de 13.8 kV con protección de sobre corriente en los lados primario y secundario**

Dispositivo de sobre corriente, máximo			
Primario 13,8 kV			Secundario 480 V o 415 V
Impedancia nominal del transformador	Ajuste del disyuntor	Corriente nominal del fusible	Ajuste del disyuntor o fusible
no más de 6 %	600 %	300 %	250 %
más de 6% y no más del 10 %	400 %	300 %	250 %

#### 4.12.3 Transformador de tensión

Se protegerán contra cortocircuitos por medio de fusibles limitadores de corriente, los que no deben exceder de 5 A en circuitos de baja tensión y de 1 A en circuitos de media tensión.

#### 4.12.4 Capacitores para compensación del factor de potencia

Tendrán una protección de cortocircuito ajustado a no menos del 150 % de la corriente de plena carga del capacitor. Quedan exceptuados de este requisito los capacitores conectados directamente a los terminales de los motores, por resultar protegidos por la propia protección de cortocircuito del circuito terminal del motor.

#### 4.12.5 Motores

Todo motor estará protegido contra sobrecargas y cortocircuitos. La protección de sobrecarga de los motores trifásicos constará de 3 elementos y tendrá un intervalo de ajuste entre el 80 % y el 125 % de la corriente especificada del motor. La protección contra cortocircuitos se ajustará a no menos del 800 % de la corriente especificada del motor.

Se garantizará que las protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos no accionen por causa de los picos de corriente durante la fase de arranque del motor.

Todos los motores de 200 kW y más se protegerán contra sobrecargas por medio de relés de imagen térmica o de tiempo inverso, incorporados al disyuntor del circuito con características de tiempo vs. corriente que se corresponda con la curva de calentamiento del motor.

#### 4.12.6 Generadores

Los generadores de los grupos electrógenos de las instalaciones turísticas cumplirán con la norma NC-IEC 60034-2:2007 Máquinas eléctricas rotativa.

### 5 Requisitos de diseño de la instalación electroenergética

La instalación electroenergética cumplirá con los requisitos siguientes:

#### 5.1 Local eléctrico principal

Este es el local destinado a la ubicación de los equipos que garantizan el suministro de energía eléctrica, así como de aquéllos que aseguran las protecciones principales de la instalación electroenergética, su mando y control.

Este local contendrá, principalmente:

- las celdas de media tensión (CMT).
- los transformadores principales de potencia (TPP).
- el centro general de distribución (CGD) de baja tensión.
- el grupo electrógeno emergencia (GEE).
- el interruptor transferencial automático (ITA).

El local eléctrico principal estará dividido por funciones, pero habrá una comunicación directa entre sus distintas partes siempre que sea posible. La forma más usual de división será:

- para los TPP.
- para las CMT.
- para el CGD y el ITA.

- para el GEE.

Cuando la subestación transformadora es del tipo integrada, la división del local será:

- para las CMT, los TPP, el CGD y el ITA.
- para el GEE.

### **5.1.1 Celdas de media tensión (CMT)**

Las celdas de media tensión se ubicarán a nivel de piso y se fijarán únicamente a éste.

Las celdas se montarán sobre el piso teniendo dos posibilidades para instalación, la primera sobre una canal de dimensiones tales que permita los radios de curvatura de los cables y la segunda en una sobre elevación (aditamento conformado por estructura metálica que posee la celda), ambas permitiendo la entrada y salida de los cables de media tensión. Las mismas quedarán ubicadas de manera que sea posible acceder a ellas con facilidad para su operación y control, así como para los trabajos de mantenimiento. Se tomará en consideración que se prefiere el acceso frontal únicamente, con el fin de reducir las dimensiones del local, pero esto no excluye que haya acceso por la parte posterior cuando el tipo de celda y la forma de su ejecución así lo exijan.

En este último caso el espacio libre detrás de la celda no será inferior a 800 mm. En ningún caso la celda se situará a menos de 50 mm de cualquier pared.

### **5.1.2 Transformadores principales de potencia (TPP)**

El área donde se monten los TPP tendrá un piso reforzado que soporte el peso de ellos acorde con los requerimientos del fabricante, teniendo además una pendiente hacia un drenaje de piso que llega a un foso colector, el cual tendrá una capacidad mínima igual al volumen total del aceite contenido en el transformador, esto a fin de conducir el aceite derramado en caso de rotura, salideros, etc. del tanque del TPP.

Si los TPP son del tipo seco, es decir, sin aceite, no se requiere del foso colector.

Cuando los TPP sean de tipo seco, no será necesario considerar un compartimiento separado para ellos.

Para el diseño de local o locales de los TPP se tendrán en cuenta los requisitos de las normas, NC 96-50 y NC 96-01-15.

### **5.1.3 Centro general de distribución de baja tensión (CGD)**

El CGD se montará directamente sobre el piso, sobre una canal de cables en el caso de que éstos accedan por su parte inferior. La canal no se construirá en el caso de que se empleen bandejas porta cables y el acceso al CGD se haga totalmente por la parte superior de éste.

Cuando se empleen blindobarras, para recibir la energía eléctrica desde los TPP, se considerará la conveniencia o no de acceder totalmente por la parte superior del CGD.

Las canales de hormigón por debajo del nivel de piso terminado se cubrirán con planchas de acero antideslizante, de dimensiones apropiadas para una fácil manipulación, las que se colocarán en todas las partes de la canal que no queden cubiertas por los equipos.

Todas las puertas necesarias para el acceso del personal y la salida de los equipos, serán metálicas y tendrán cierres de seguridad contra intrusos. Su diseño permitirá la posibilidad de contribuir a la ventilación natural a través de las mismas. Este requisito no es aplicable a las puertas de intercomunicación entre las distintas partes del local eléctrico principal.

El piso del local será de hormigón y las paredes serán de mampostería (ladrillos o bloques).

La altura libre del local, desde el nivel del piso terminado hasta la cara inferior de cualquier viga que lo atraviese, no será menor de 3,0 m.

El interruptor transferencial automático (ITA) por lo general se ubica en un cubículo de la CGD, por lo que su instalación responderá a los mismos requerimientos de la misma. Para más información ver apartado 6.2.3.9.

#### 5.1.4 Cámara de transformadores

Se denomina Cámara de Transformadores a aquel local que contiene los elementos de aparellaje de media tensión (celdas \*CMT\* ó equipos asociados) y los transformadores (TPP), los cuales quedan ubicados en cubículos adyacentes.

Las figuras 12 A, 12 B, 12C, 12D, 12 E y 12 F muestran detalles generales de ambos locales, para los casos de dos transformadores hasta 2000 kVA de capacidad, o para el caso de un solo transformador también hasta 2000 kVA de capacidad. (ver Anexo J)

La salida de energía eléctrica hacia el CGD de baja tensión será por medio de conductores flexibles o blindobarras, según se determine en el proyecto.

Los requisitos generales de los locales para cámaras de transformadores, son los siguientes:

- Serán locales de mampostería destinados a la ubicación de los equipos de media tensión que suministran la energía eléctrica al consumidor.
- La cámara puede ubicarse tanto en exteriores como en interiores, debiendo garantizarse en todo momento la ventilación.
- Los transformadores serán ubicados en locales o áreas aparte dentro del local eléctrico, quedando separados por una pared divisoria resistente al fuego que no necesariamente debe de llegar al techo.
- El enlace entre los locales de celdas y transformadores se realizará por medio de canales o tubos, los cuales se enlazarán por medio de pozuelos, quedando todos cubiertos por losas.
- El diseño de los locales cumplirá con los requisitos de NC 96-01-15 y NC 96-50

El alcance de esta información pretende dar lineamientos generales de los locales, pero para detalles constructivos debe de consultarse al personal autorizado de la Unión Eléctrica.

Los conductores alimentadores de media tensión se introducirán en la cámara a través de un pozuelo destinado a ese fin; este pozuelo tendrá unas dimensiones que le permitirá a los cables tomar el radio de curvatura adecuado, no menor que el recomendado por el fabricante, así como

también permitirá el tiro del cable en el momento de su instalación, para lo cual se habilitarán ganchos de acero empotrados en la pared del mismo y en la dirección de tiro del cable. El pozuelo estará tapado con chapas de acero antideslizante y en su parte inferior tendrá un drenaje o pozo colector, según se determine, para eventuales entradas de agua.

Los conductores alimentadores provenientes del exterior, en su instalación en el interior de la cámara, tendrán en cuenta una reserva en su longitud de aproximadamente 2 m (radio de curvatura del cable).

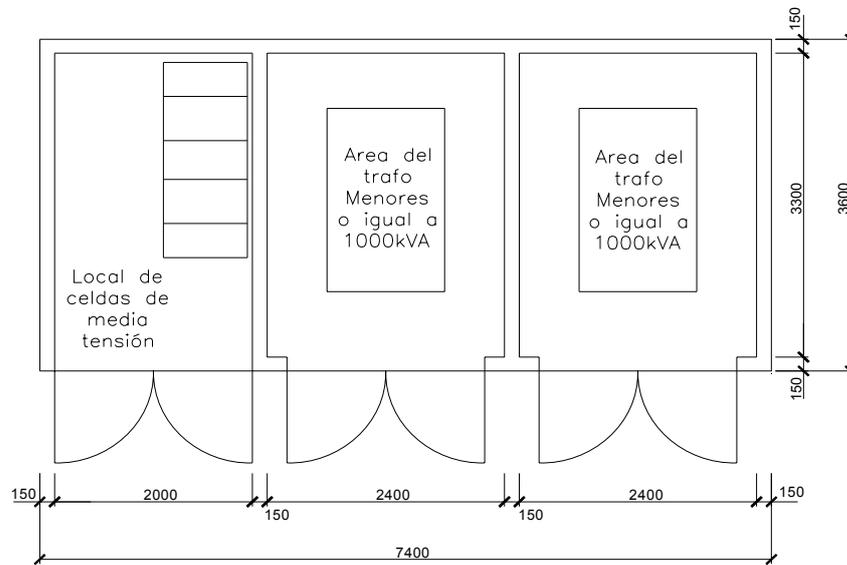
Los conductores de la acometida de baja tensión se podrán instalar en el interior de la cámara, según las variantes que aparecen a continuación:

- por medio de bandejas porta cables soportadas en una de las paredes libres del local.
- por medio de bandejas soportadas en estructuras metálicas de acero galvanizado fijadas al techo.
- por medio de bandejas al nivel de los terminales secundarios de los transformadores, las cuales serán soportadas por estructuras metálicas de acero galvanizado fijadas al piso del local.
- en una situación similar al párrafo anterior, pero utilizando cepos de madera dura.

En ningún caso la solución adoptada interferirá la operación con seguridad del personal técnico de la Unión Nacional Eléctrica (UNE) del Ministerio de la Industria Básica (MINBAS), en el interior de la cámara.

Las partes conductoras accesibles (masas) de los transformadores, dispositivos y accesorios estarán unidas entre sí por medio de un conductor de protección (tierra) de sección adecuada. Este conductor se fijará a una planchuela metálica de cobre (barra de tierra) que estará montada en una de las paredes del local. Desde esta planchuela, partirá el conductor de tierra a conectarse con el sistema de electrodos de tierra.

Las tomas (electrodos) de tierra para la parte de MT, serán eléctricamente independientes de las tomas de tierra para la parte de baja tensión.



PLANTA

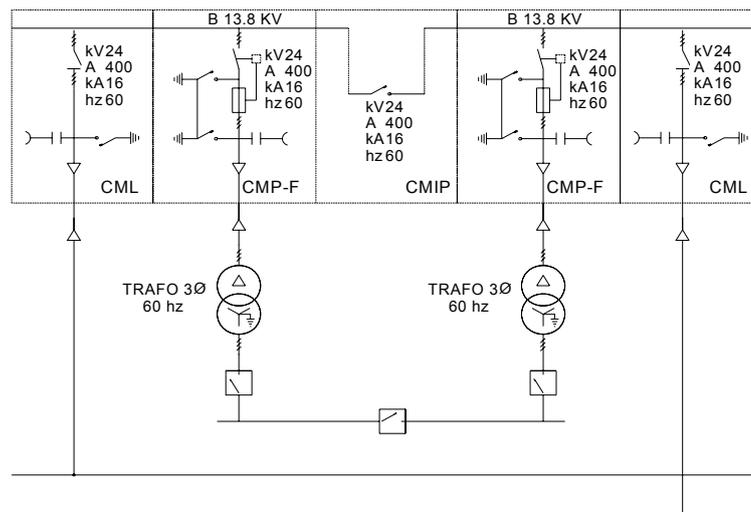
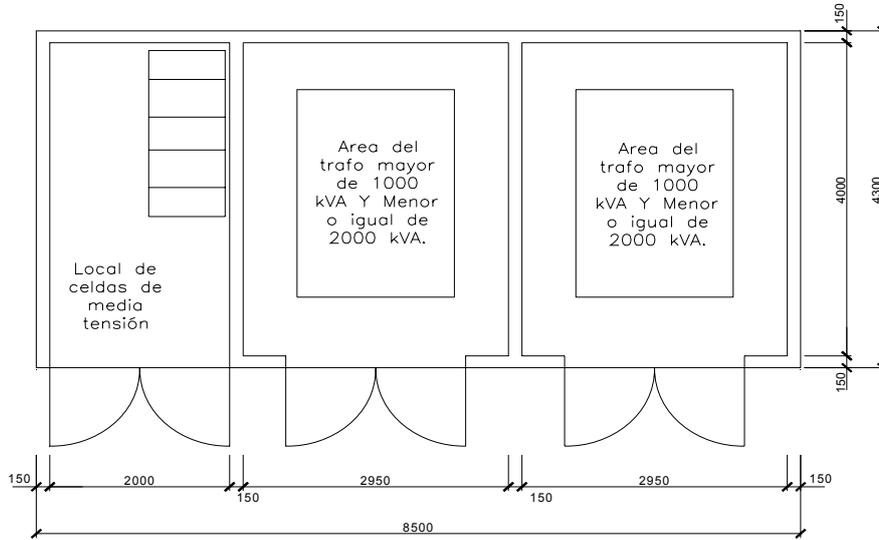


DIAGRAMA MONOLINEAL

**NOTAS**

1. El dimensionamiento está calculado para un equipamiento compuesto por 5 celdas y 2 transformadores.
2. Los locales deben tener un puntal mínimo de 3000 mm.

**Figura 12 A — Esquema de doble alimentación con secundario selectivo (hasta 1000 kVA)**



PLANTA

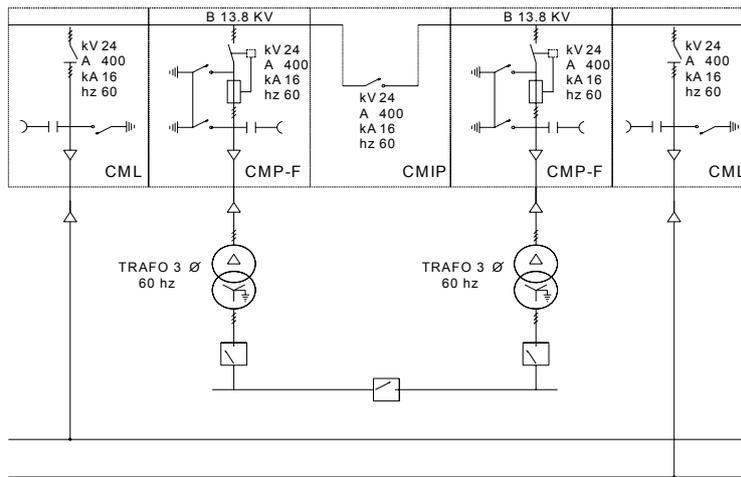
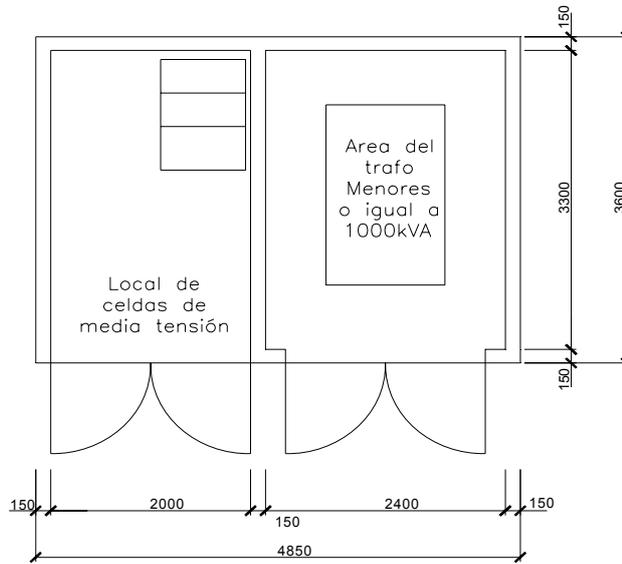


DIAGRAMA MONOLINEAL

**NOTAS**

1. El dimensionamiento está calculado para un equipamiento compuesto por 5 celdas y 2 transformadores.
2. Los locales deben tener un puntal mínimo de 3000 mm.

**Figura 12 B — Esquema de doble alimentación con secundario selectivo (hasta 2000 kVA)**



PLANTA

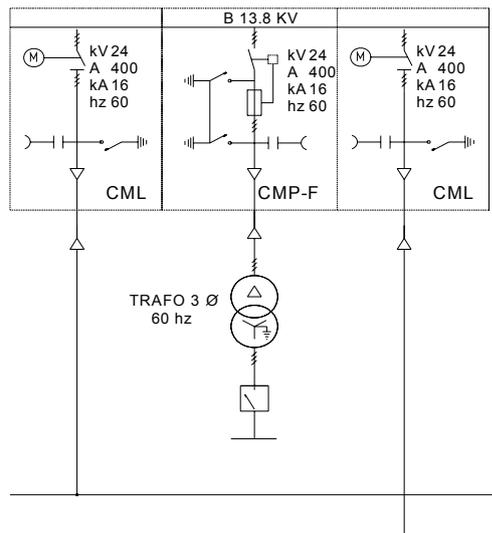
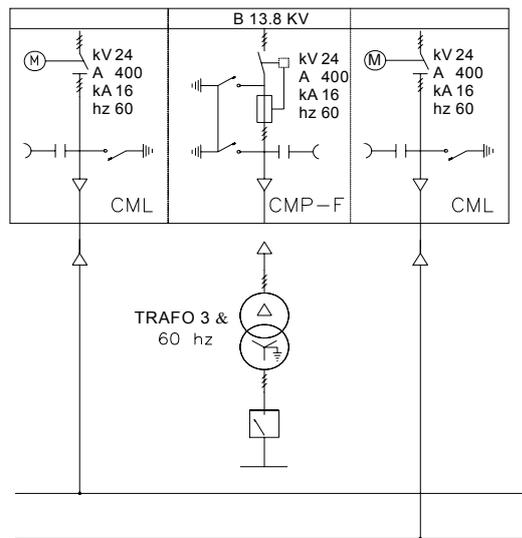
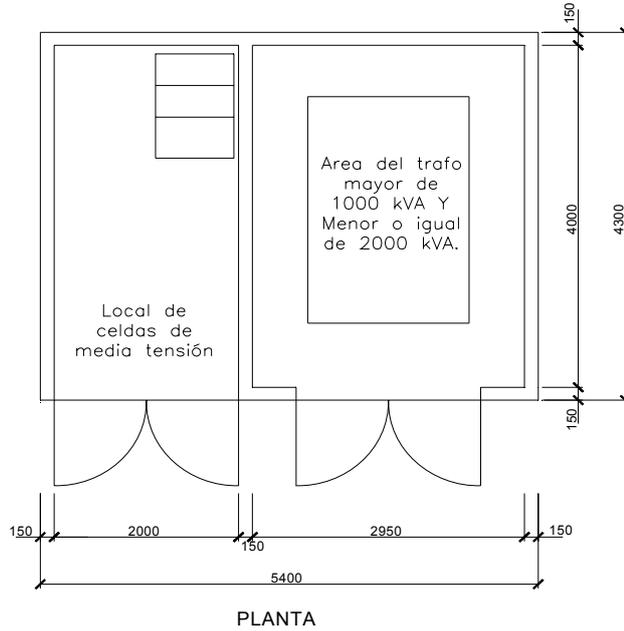


DIAGRAMA MONOLINEAL

**NOTAS**

1. El dimensionamiento está calculado para un equipamiento compuesto por 3 celdas y un transformador.
2. Los locales deben tener un puntal mínimo de 3000 mm.

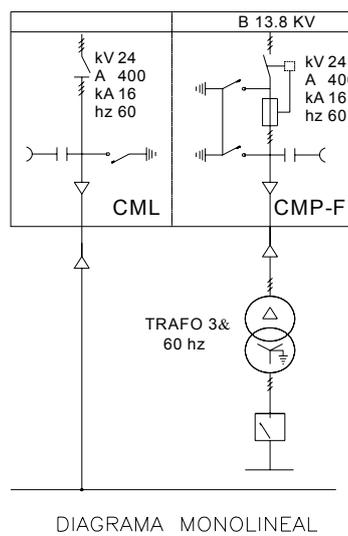
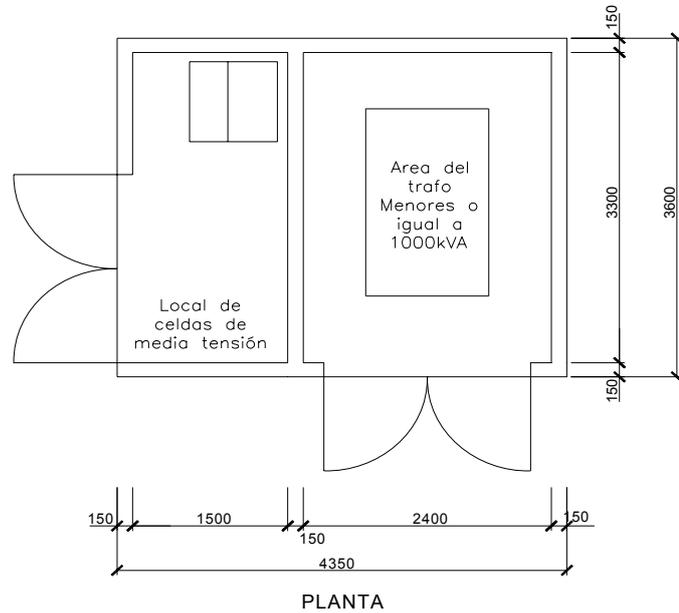
**Figura 12 C — Esquema de doble alimentación con primario selectivo (hasta 1000 kVA)**



**NOTAS**

1. El dimensionamiento está calculado para un equipamiento compuesto por 3 celdas y un transformador.
2. Los locales deben tener un puntal mínimo de 3000 mm.

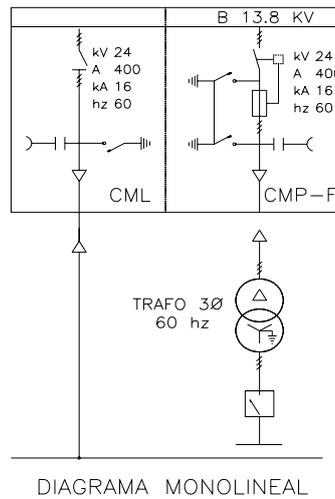
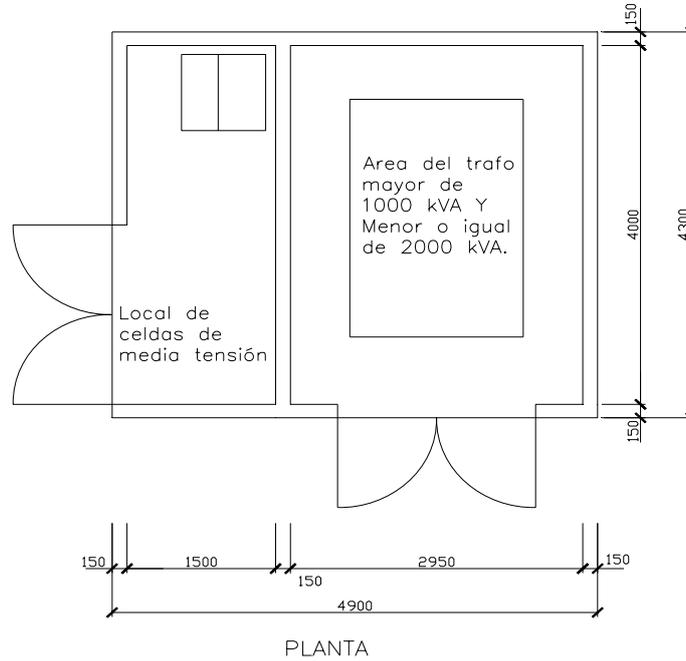
**Figura 12 D — Esquema de doble alimentación con primario selectivo (hasta 2000 kVA)**



**NOTAS**

1. El dimensionamiento está calculado para un equipamiento compuesto por 2 celdas y un transformador.
2. Los locales deben tener un puntal mínimo de 3000 mm.

**Figura 12 E — Esquema de una alimentación con un transformador (hasta 1000 kVA)**



**NOTAS**

1. El dimensionamiento está calculado para un equipamiento compuesto por 2 celdas y un transformador.
2. Los locales deben tener un puntal mínimo de 3000 mm.

**Figura 12 F — Esquema de una alimentación con un transformador (hasta 2000 kVA)**

Los locales de transformadores y celdas de media tensión tendrán puertas metálicas para el acceso del personal y salida de equipos con dimensiones necesarias según el equipamiento a instalar, las que darán al exterior de la edificación o en casos excepcionales a un pasillo de ancho y alto convenientes que conduzca al exterior y garantice la realización de los trabajos para entrada o salida del equipamiento eléctrico. Estas dispondrán de cierre de seguridad contra intrusos y permitirá la ventilación natural a través de las mismas.

Las puertas serán galvanizadas o de un material que por su resistencia garantice la seguridad de la instalación y su conservación, las mismas tendrán apertura hacia fuera del local.

El diseño del local deberá proveer la ventilación necesaria para el funcionamiento del equipamiento eléctrico; ello implicará que, en primera instancia, se implemente una solución basándose en ventilación natural (por medio de la circulación de aire natural), lo cual se consigue con la colocación de ventanas altas y bajas, cuyo dimensionamiento estará en dependencia de los equipos a instalar, las mismas son calculadas en base a 3 pulgadas cuadradas por kVA del transformador que será instalado.

Estas ventanas serán metálicas y galvanizadas, o de un material que por su resistencia garantice la seguridad de la instalación y su conservación, estando protegidas por su parte exterior de una malla eslabonada, galvanizada con tejido cuadrado de 13 mm.

En casos excepcionales donde no se logra la ventilación natural, se requiere entonces hacer la ventilación tipo forzada, por medios mecánicos, para lo cual se deben de ubicar extractores, estando el caudal de aire aconsejado a 20 ° C sobre los  $0.050 \times P$  ( $m^3/s$ ), donde P son las pérdidas totales en kW. Ver NC 775-9.

#### **5.1.4.1 Cámaras Integrales**

Estas cámaras difieren de las convencionales por su aplicación y apariencia externa debido a que están diseñadas para ser instaladas en áreas pequeñas y en exteriores. Constan de tres compartimentos, el de Media Tensión, el de Baja Tensión y el del transformador. Se montan sobre bases de hormigón armado, las cuales tienen las correspondientes entradas y salidas para cables soterrados, estas pueden, en dependencia del lugar, tener un cercado perimetral.

#### **5.1.5 Grupo electrógeno de emergencia**

##### **5.1.5.1 Base del grupo**

Todo grupo electrógeno estará montado sobre una base de hormigón que ha de quedar entre 100 y 150 mm por encima del NPT.

La base se diseñará según lo establecido en las BC tomando en consideración las dimensiones y peso del grupo, así como las cargas estáticas y dinámicas.

Cuando se utilice suspensión antivibratoria colocada entre el grupo y la bancada, se anclará ésta a la base mediante pernos de anclaje adecuados. Si la suspensión antivibratoria se coloca entre la bancada y la base de hormigón, sólo se arrostran los calzos para evitar desplazamientos horizontales.

### **5.1.5.2 Enfriamiento del grupo**

El enfriamiento del motor diesel del grupo, cuando el radiador se instala separado (remoto), se hará mediante la interconexión de tuberías de acero en combinación con mangueras de goma de las características apropiadas, así como presillas metálicas; para ello se diseñarán convenientemente canales de piso para establecer dicha interconexión. Se verificará en las pruebas que el motor eléctrico que acciona el ventilador del radiador gire en el sentido que extraiga el aire caliente hacia el exterior del local.

### **5.1.5.3 Escape de gases del motor diesel**

Se montará mediante bridas con juntas de amianto y tornillos con tuercas, la suspensión se hará desde el techo o la pared y su unión con las salidas del motor se hará mediante elementos de dilatación que amortigüen las vibraciones del motor. Si la salida del escape se realiza al exterior en forma vertical, se le instalarán en el extremo gorros metálicos que eviten la entrada de agua o cuerpos extraños.

Todo el sistema de escape tendrá recubrimiento de lana de roca más aluminio, para reducir la disipación térmica y el ruido.

### **5.1.5.4 Cableado entre el grupo y el centro de mando y control del mismo**

El cableado de los conductores de fuerza se hará desde los bornes del alternador hasta el interruptor general del grupo, ubicado en un cubículo autosoportado en el local del CGD. Este cableado se realiza mediante bandeja ubicada en canal bajo piso. Los cables serán flexibles, de cobre y llevarán terminales del tipo prensacables en ambos extremos, no permitiéndose empalme intermedio entre el grupo y dicho gabinete. La canal bajo piso llevará tapa en todo su recorrido y la terminación de la misma será de superficie antideslizante. El ancho y profundidad de la canal se diseñará de acuerdo al calibre y número de conductores que se requiera en el proyecto.

### **5.1.5.5 Cableado de control**

El cableado de control se hará mediante cables extraflexibles que se canalizarán en tubería metálica flexible, con recubrimiento o no de PVC. El recorrido de esta canalización entre la regleta de conexión del grupo y el cubículo de control ubicado en el local del CGD se hace también a través de la canal en el piso.

### **5.1.5.6 Combustible**

Las tuberías de combustible entre el tanque diario y el motor diesel del grupo se instalarán a través de canales de piso proyectadas exclusivamente para este fin. Estas canales llevarán tragantes conectados a una fosa independiente. La bomba de trasiego de combustible, entre el tanque de almacenamiento y el tanque diario, se instalará en el local del grupo y su ubicación se hace al lado o debajo del tanque diario, utilizando tubería galvanizada con todos los accesorios para lograr las combinaciones con la bomba de mano y el resto del circuito de combustible. En el caso de que el tanque de almacenamiento se instale soterrado, la distancia a la bomba no deberá exceder de 10 m. Si esta distancia es mayor, el tanque de almacenamiento, se instalará sobre el nivel del terreno, suministrándole succión positiva a la bomba de trasiego.

El tanque de almacenamiento se diseñará coordinadamente con la especialidad de ingeniería mecánica, tomando en consideración los consumos de otros equipos a instalar en el establecimiento y las condiciones del suministrador del combustible.

#### 5.1.5.7 Características de los locales del grupo y su panel eléctrico

Se escogerá de preferencia un local que presente las mayores facilidades en materia de manipulación y ventilación. Se deberá tomar en cuenta la proximidad del lugar de suministro eléctrico para evitar una longitud excesiva de los conductores eléctricos.

El volumen del local será del orden de:

- a) 20 m<sup>3</sup> para un grupo de una potencia menor de 40 kVA
- b) 0,5 m<sup>3</sup> por kVA para un grupo de 40 kVA a 225 kVA
- c) 0,25 m<sup>3</sup> por kVA para un grupo de una potencia superior a 225 kVA

En la Tabla 12A se dan los valores de superficie mínima de ventilación para diferentes capacidades de grupos electrógenos para emergencia.

En el local del grupo se ubicarán ventanas apropiadas para lograr una extracción del aire que garantice las temperaturas para el normal funcionamiento del mismo y la orientación en cuanto a la circulación del aire natural (brisote y terral), deben ser tomados en cuenta.

El puntal de este local deberá ser aproximadamente 2,25 veces la altura de la parte más alta del grupo. La terminación del piso será, preferentemente, baldosa de granito sin pulir y la de las paredes, en pintura de goma clorada hasta  $\pm 2,00$  m sobre el nivel del piso.

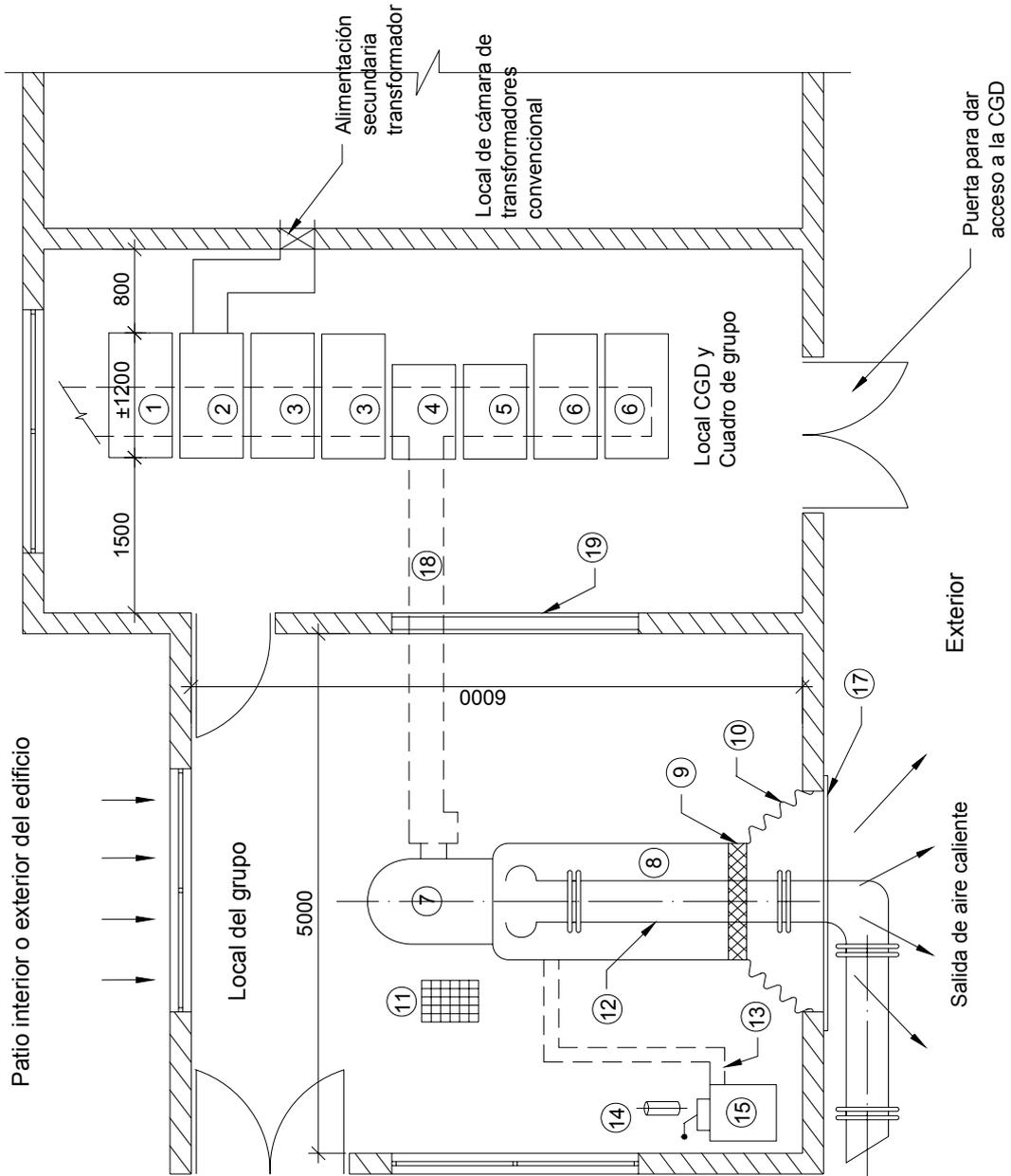
El hueco para la salida del aire caliente a través del radiador será de acuerdo con las dimensiones y altura del mismo y, por lo general, esta pared se construye después de alojar el grupo en el local, lo cual se realiza por esta zona que da al exterior. Tanto el radiador del grupo como la salida del escape deben orientarse hacia la fachada oeste.

Si se requieren atenuadores de ruido a la entrada y salida del aire por la ubicación del área energética donde va instalado el grupo, este local deberá tener un tratamiento de insonorización en sus paredes y puertas.

Para todos los casos, entre el local del grupo y el de sus paneles eléctricos se instalará un paño con doble cristal fijo que garantice la visibilidad entre ambos locales al hacer una operación manual de prueba o en servicio, acorde con la práctica de operación establecida.

El local del CGD donde están los paneles eléctricos del grupo se climatizará, llevará falso techo metálico y la terminación del piso será con baldosas de granito pulido o no.

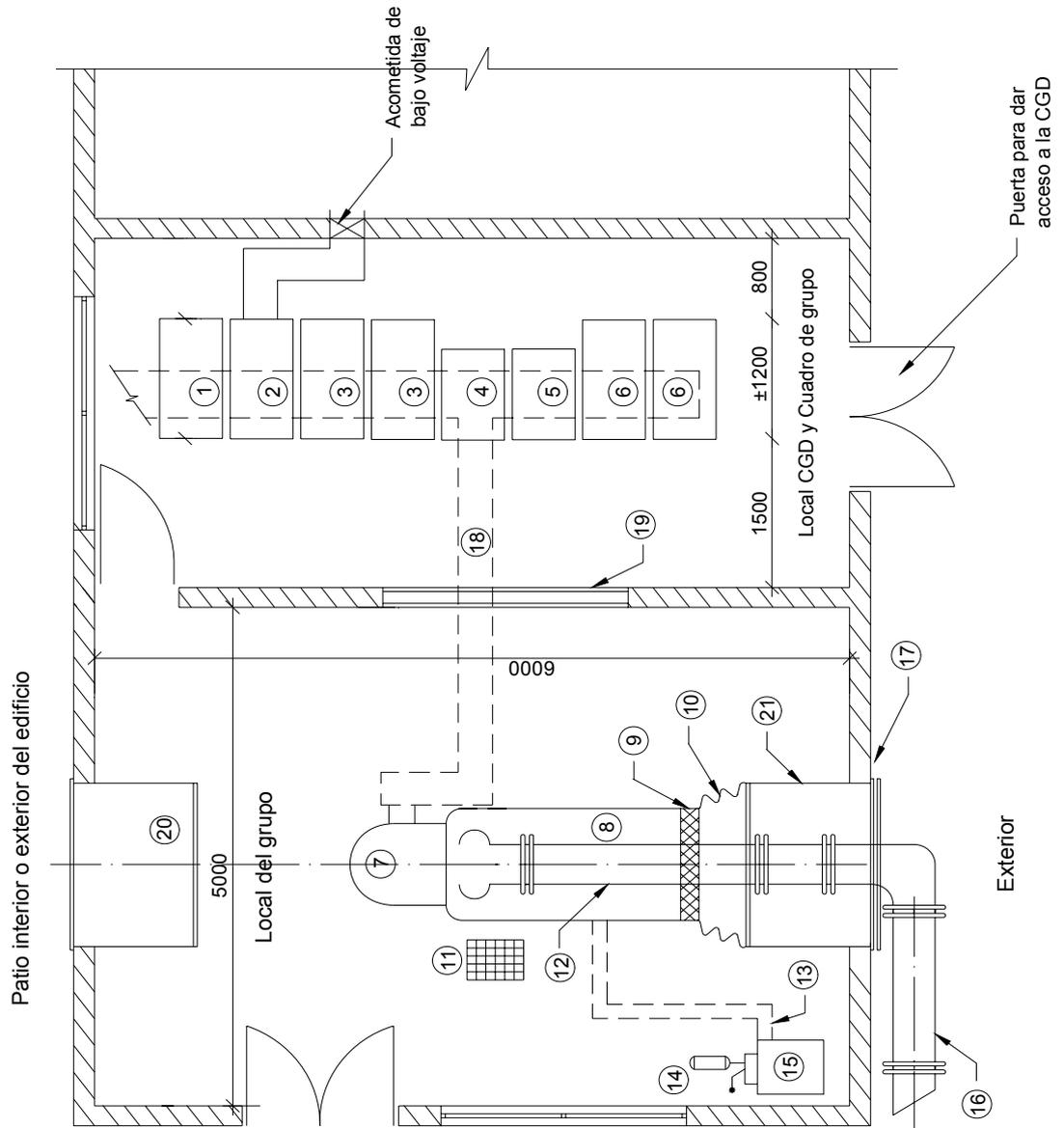
En las figuras 13 y 14 se muestran disposiciones recomendadas de los equipos, canales de piso, ventanas.



**NOTA**

Ver referencias para instalación y montaje de grupos electrógenos.

**Figura 13 — Grupo electrógeno con radiador incorporado: 200 kW.**



**NOTA:**

Ver referencias para instalación y montaje de grupos electrógenos.

**Figura 14 — Grupo electrógeno con radiador incorporado y silenciadores de relajación de ruido: 200 kW**

Referencias para instalación y montaje de grupos electrógenos.  
(Para figuras 13 y 14)

- ① Cubículo de disyuntores de aire acondicionado.
- ② Cubículo de interruptor general e instrumentos "CDG".
- ③ Cubículo CDG (rama normal).
- ④ Pizarra de control e instrumentación del grupo.
- ⑤ Interruptor transferencial automático.
- ⑥ Cubículo CGD (rama emergencia).
- ⑦ Alternador del grupo electrógeno.
- ⑧ Motor diesel del grupo electrógeno.
- ⑨ Radiador de panel incorporado.
- ⑩ Fuelle de lona con marco a la pared.
- ⑪ Batería de Plomo-ácido.
- ⑫ Silenciador de escape en interior.
- ⑬ Canal bajo piso (instalación combustible).
- ⑭ Bomba de trasiego de combustible.
- ⑮ Tanque de combustible diario.
- ⑯ Silenciador de escape en exterior.
- ⑰ Rejilla metálica de salida de aire (radiador).
- ⑱ Trinchera de interconexión Grupo-Pizarras.
- ⑲ Ventana fija doble cristal.
- ⑳ Atenuador de ruido (entrada de aire).
- ㉑ Atenuador de ruido (salida de aire).

La Tabla 12B muestra datos orientativos de grupos electrógenos hasta 410 kW de potencia, los que se recomienda utilizar en las primeras etapas de la proyección. Para el Anteproyecto se usará información concordante con el grupo solicitado y para la el Proyecto Ejecutivo, la del grupo específicamente adquirido.

**Tabla 12A — Ventilación del local. Superficie mínima de la entrada de aire fresco**

POTENCIA	CON RADIADOR		CON AERORREFRIGERADOR		CON CAMBIADOR DE AGUA RESIDUAL			
	Caudal de aire	Superficie mínima	Caudal de aire	Superficie mínima	Caudal de aire	Superficie mínima	Cantidad agua bruta	
kVA	m³/h	m²	m³/h	m²	m³/h a 30 °C	Tonelada/h	m³/h	m²
800			60000			30	1,4	
700			50000	3	30000	25	1,2	20
600			45000	2,5	25000	20	1,1	18
500			40000			18	1,0	16
450			35000	2	20000	16	0,9	14
400	60000		30000	1,8		14	0,8	12
350		3		1,6		12	0,7	10
300	50000	2,5	25000	1,4	15000	10	0,6	9
250	45000		20000	1,2	12000	9	0,5	8
200	40000	2	18000	1	10000	8	0,4	7
180	35000	1,8	16000	0,9	9000	7		6
160	30000	1,6			8000	6	0,3	5
140	25000	1,4	14000	0,8	7000	5		4
120	20000	1,2	12000	0,7	6000	4	0,25	
100	18000	1	10000	0,6	5000	3	0,2	3
80	16000	0,8	9000	0,5	4000	2	0,15	
60	14000	0,6	8000	0,4	3000	1		2
50	12000	0,5	7000		2500		0,1	1,5
40	10000	0,4	6000	0,3	2000			1
30	8000	0,3	5000		1500		0,075	
20	6000	0,2	4000	0,2	1000		0,05	0,5
10	5000	0,1	3000					
	4000		2000					
	3000		1000					
	2000							
	1000							

**Tabla 12B — Datos aproximados de grupos electrógenos**

Potencia en kW a 60 Hz	Dimensiones - mm			Peso Kg
	Largo	Ancho	Alto	
60 a 154	2218	884	1528	1680
50 a 130	2555	1220	1550	1696
115 a 206	3090	1220	1600	2155
160 a 315	3390	1220	1815	2682
230 a 410	3365	1560	2035	3667

## 5.2 Instalación de conductores y canalizaciones

### 5.2.1 Instalación de conductores de cobre hasta 1 kV

El correcto montaje de los conductores eléctricos y de sus conexiones es una de las más importantes medidas para garantizar un buen funcionamiento de la instalación electroenergética y de la seguridad de personas y propiedades.

En todos los casos en que una canalización atraviesa de un piso a otro, o sube varios pisos, se garantizará un perfecto sellaje en la misma en cada piso para evitar la propagación de las llamas en caso de incendio.

### 5.2.2 Formas de instalación

Las formas de instalación permisibles serán las siguientes:

- cable multiconductor expuesto;
  - cable monoconductor o multiconductor en tuberías plásticas y tuberías de asbesto cemento con calidad para instalaciones eléctricas;
  - cable multiconductor en bandeja porta cables;
  - cable monoconductor o multiconductor en canal de hormigón en piso;
  - cable multiconductor directamente enterrado;
  - cable monoconductor en bandeja porta cables;
  - blindobarra.
- (ver Anexo K)

#### 5.2.2.1 Instalación de cable multiconductor expuesto

El cable multiconductor expuesto sin protección mecánica se empleará en falsos techos o en áreas de servicio por encima de 2 m sobre el nivel de piso.

Cuando no se cumplan estas condiciones, o cuando cumpliéndolas, existan posibilidades de afectación mecánica (golpes), deberán protegerse mecánicamente.

Se utilizarán básicamente en las áreas técnicas en instalaciones de iluminación y tomacorrientes y con secciones hasta 10 mm<sup>2</sup> (entre No. 8 AWG y No. 6 AWG).

Se soportarán por medio de grapas a una distancia máxima entre soportes de 500 mm

### 5.2.2.2 Instalación de cable monoconductor o multiconductor en tuberías plásticas o tuberías de asbesto cemento de calidad para instalaciones eléctricas

La instalación de cables monoconductores o multiconductores en tuberías plásticas se ejecutará utilizando:

- tubería plástica ligera empotrada u oculta en paredes;
- tubería plástica de mediano impacto empotrada u oculta en losa de techo y de piso;
- tubería plástica pesada expuesta;
- tubería plástica de mediano impacto enterrada en áreas verdes;
- tubería plástica de mediano impacto sobre falso techo;
- tubería plástica flexible expuesta, sobre falso techo y empotrada u oculta en paredes, pisos y losas de techo.

En el cálculo del área total de tubería que debe ser ocupada por conductores se empleará como índice entre el 40 % y el 60 %.

En instalaciones ocultas o empotradas en piso, pared y techo no se permiten más de 2 curvas de 90 por tubería, sin registros intermedios (o cajas eléctricas).

Para la unión de tuberías plásticas con sus accesorios de instalación será requisito inviolable el uso de solvente químico (pegamento o cemento plástico), excepto que se empleen tuberías roscadas.

En toda instalación en que se utilicen tuberías plásticas ligera, mediana o pesada, se tendrá como requisito indispensable el uso de los accesorios siguientes:

- nudos: para unión de tramos rectos de tuberías plásticas entre sí.
- curvas (90°): para transición de tramos rectos de tuberías plásticas situadas, en planos perpendiculares.
- conectores con extremo roscado: para entrada o acceso de tuberías plásticas a cajas o registros de conexiones eléctricas o de instalación de dispositivos eléctricos.
- tuercas eléctricas: para fijar las tuberías y conectores plásticos a las cajas o registros, u otro material eléctrico.

Como requisito de indispensable cumplimiento, las tuberías plásticas y sus accesorios deben provenir del mismo fabricante.

Las instalaciones expuestas que se ejecuten con tubería plástica pesada cumplirán los requisitos siguientes:

- en una instalación de hasta 25 m de longitud se permitirán hasta 2 curvas de 90° sin utilizar registros o cajas eléctricas de conexiones cuando las condiciones de la instalación sean favorables;
- en una instalación de más de 25 m de longitud no se permitirá más de 1 curva de 90° sin utilizar registros o cajas eléctricas de conexiones;
- la situación de soportes de esta tubería cumplirá lo establecido a continuación.

Diámetro nominal		Distancia máxima entre Soportes (tm)
mm	Pulg.	
15		1200
20	$\frac{3}{4}$	1200
25	1	1500
32	$1\frac{1}{4}$	1500
40	$1\frac{1}{2}$	1500
50	2	1500
60	$2\frac{1}{2}$	1800
75	3	1800
100	4	2100

- las tuberías se colocarán adaptándolas a la superficie sobre la que se instalan, curvándolas o usando los accesorios necesarios.
- siempre que sea posible, es conveniente colocar o montar las tuberías a una altura mínima de 2,00 m sobre el nivel de piso terminado, con el objeto de protegerlas de eventuales daños mecánicos.

Los aspectos relacionados con la instalación de conductores por tuberías plásticas en áreas verdes están incluidos dentro del apartado 4.13 correspondiente a redes exteriores.

Las tuberías de asbesto cemento (electroductos), se emplearán principalmente para el cruce soterrado de calles, vías de acceso y entradas vehiculares del establecimiento de alojamiento, en particular cuando es recomendable utilizar tuberías de diámetro grande, por ejemplo, de 100 mm.

### 5.2.2.3 Instalación de cable multiconductor en bandeja porta cables

Su empleo se limitará a áreas de locales eléctricos y a consumidores eléctricos que por su magnitud lo requieren, en pasillos con falso techo y distribuciones de energía eléctrica verticales. En ningún caso estarán a la vista de los huéspedes.

Como resultado de un análisis técnico-económico en cada caso específico, las bandejas podrán ser de acero galvanizado o de material plástico, pero en todos los casos serán perforadas, tipo rejilla o tipo escalera con el fin de ganar en ventilación de los cables.

Las bandejas se montarán de las formas siguientes:

- directamente adosadas a paredes y columnas;
- colgando de vigas, cerchas y, en ocasiones, del techo o cubierta;
- dentro de canales situadas por debajo del nivel de piso terminado.

Según un orden vertical, las bandejas se montarán de la siguiente forma y con una separación mínima entre ellas de 300 mm:

- bandeja superior, conductores de baja tensión;
- bandeja inferior, conductores de control y otras redes.

En casos particulares, se permite colocar conductores de baja tensión y de control en la misma bandeja, separados físicamente por un separador ligero entre ambos tipos de conductores.

Con el objetivo de que los conductores soporten los esfuerzos dinámicos producidos por las corrientes de falla, sin que se alteren sus condiciones y para mantener sus posiciones en todo momento, es indispensable que los cables queden fijados adecuadamente a la bandeja por medio de presillas, cintas u otro medio, ninguno de los cuales puede afectarse por la corrosión.

Tanto las bandejas metálicas como las plásticas se suministran en longitudes normalizadas de 2 500 mm a 3 000 mm y de los anchos siguientes: 100 mm, 150 mm, 200 mm, 300 mm, 400 mm y 600 mm, determinándose en el proyecto las bandejas necesarias.

Las bandejas porta cables, tomando en consideración sus características, se soportarán con un espaciado acorde con el cálculo mecánico de la instalación.

#### **5.2.2.4 Instalación del cable monoconductor o multiconductor en canal de hormigón en piso**

Su empleo se limitará a locales o áreas de instalación eléctrica del centro de distribución o centros de control de motores, en los cuales se garantice una adecuada instalación en cuanto a ausencia de humedad e infiltración de agua y una correcta manipulación.

Dentro de la canal se instalarán una o varias bandejas, en las cuales se instalarán los conductores.

Las canales serán cubiertas con planchas de acero antideslizante y estarán provistas de drenajes para el agua.

Las dimensiones más comunes en canales de piso son:

Ancho, mm	Profundidad, mm
400	600
600	800
800	1000
1000	1200

Para dimensionar la canal en cada caso, se tendrán en cuenta los radios de curvatura necesarios de los conductores a instalar.

#### **5.2.2.5 Instalación de cable multiconductor directamente enterrado**

Su empleo se limitará a áreas exteriores. Ver apartado 4.13 correspondiente a redes exteriores.

#### **5.2.2.6 Instalación de cable monoconductor en bandeja porta cable**

Esta forma de instalación se utilizará preferentemente en aquellos lugares donde sea necesario utilizar cables monoconductores de secciones grandes, como en el caso de los alimentadores, entre los terminales de salidas de baja tensión de los TPP y el Centro General de Distribución.

En estos casos el cable monoconductor tendrá una cubierta protectora sobre el aislamiento.

### 5.2.2.7 Blindobarra

El empleo de esta forma de instalación se limitará a:

- los alimentadores entre los TPP de 630kVA y mayores con el centro general de distribución. Véase apartado 4.5.3
- los alimentadores a centros de distribución o equipos que requieran una capacidad superior a 500 A. Véase apartado 4.8.2.
- circuitos de iluminación en locales grandes que requieran un valor alto de iluminancia para la iluminación general.

### 5.2.3 Requisitos de los conductores eléctricos de cobre hasta 1 kV

#### 5.2.3.1 Sección de los conductores eléctricos

La sección de los conductores se determinará de acuerdo con:

- la corriente máxima calculada de trabajo del circuito.
- la caída de tensión admisible en el circuito.
- la corriente máxima de cortocircuito que se puede prever en el circuito.
- las condiciones relacionadas con la seguridad de las instalaciones eléctricas

Cuando el proyectista disponga de la información necesaria, se hará el cálculo de la sección más económica.

#### 5.2.3.2 Secciones mínimas de los conductores

Las secciones mínimas recomendadas para los conductores de cobre serán las siguientes:

- circuitos de fuerza:
  - monoconductores 2,5 mm<sup>2</sup>
  - multiconductores 1,5 mm<sup>2</sup>
- circuitos de iluminación, mono y multiconductores: 1,5 mm<sup>2</sup>.
- circuitos de control, protección, medición, señalización, instrumentación y automatización, mono y multiconductores: 1,5 mm<sup>2</sup>.
- redes exteriores y alumbrado exterior: 6 mm<sup>2</sup>. (para evitar la fatiga mecánica durante las operaciones de tendido por tuberías).
- conductores flexibles de luminarias ornamentales o dispositivos conectados a tomacorrientes:
  - para 1 A, 2 m de longitud: 0,5 mm<sup>2</sup>
  - para 2,5 A, 2 m de longitud: 1,0 mm<sup>2</sup>

### 5.2.3.3 Secciones máximas de los conductores

Las secciones máximas permisibles de los conductores, recomendadas por consideraciones prácticas, serán:

- para los monoconductores 500 mm<sup>2</sup>
- para los multiconductores 240 mm<sup>2</sup>

### 5.2.3.4 Sección de los conductores según la caída de tensión

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea:

- para iluminación, menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación.
- para fuerza (y otros), menor del 5 % de la tensión nominal en el origen de la instalación.

La caída de tensión en el circuito se calculará considerando la corriente que corresponde a la demanda máxima calculada para el circuito en cuestión.

La caída de tensión máxima permisible en condiciones de arranques poco frecuentes de motores será del 15 % y para arranques frecuentes será del 10%.

Se debe tener en cuenta, también, el efecto del arranque de algunos motores en la caída de tensión de otros circuitos.

### 5.2.3.5 Conexiones eléctricas de conductores

A los efectos de efectuar correctamente las conexiones eléctricas de conductores.

Se excluye, sin excepción, la realización de las conexiones o empalmes por simple torcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores.

Las conexiones entre conductores se efectuarán en el interior de cajas o registros eléctricos de material aislante o metálicas. No serán permitidas conexiones en otros lugares distintos a los establecidos.

La forma de conexión eléctrica correcta se realizará mediante el uso de:

- bloques o regletas de terminales fijos en las cajas o registros con tornillos metálicos (latón) embutidos.
- bloques de terminales no fijos, individuales, desprendibles, plásticos, con tornillos metálicos (latón) embutidos.
- conectores plásticos tipo casquillo.

Cuando se usen terminales atornillados, debe garantizarse que los tornillos metálicos queden ocultos dentro de la cavidad plástica aislante del bloque que los aloja y que los conductores queden atornillados firmemente.

En el caso de utilizar conectores plásticos tipo casquillo, debe garantizarse que no queden partes de conductores sin aislamiento fuera de dichos casquillos.

### 5.2.3.6 Identificación

Todos los circuitos alimentadores deberán ser convenientemente marcados e identificados a lo largo de todo su recorrido con un código alfa numérico previsto en el proyecto. Esta marcación deberá tener la resistencia mecánica adecuada para evitar su desprendimiento del conductor.

El código de identificación preferido será:

1 <sup>ra</sup> y 2 <sup>da</sup> letras	AP Alimentador principal
	AA Alimentador principal de distribución de alumbrado
	AF Alimentador principal de distribución de fuerza
	AE Alimentador a equipos
	AT Alimentador a tomas
	AL Alimentador a luminarias y accesorios de alumbrado
1 <sup>er</sup> par numérico	Número del panel
2 <sup>do</sup> par numérico	Consecutivo del circuito en el panel

Ejemplo: AE - 12 - 08

Los interruptores de salida de todos los paneles eléctricos deberán tener inscritos en un lugar visible los equipos o circuitos que alimentan.

### 5.3 Circuitos en el área de alojamiento

Para lograr ahorros en el consumo de energía eléctrica, se diseñará la instalación eléctrica de manera que el huésped quede obligado a desconectar el suministro a la habitación, suite o unidad habitacional siempre que no la está ocupando. Para obtener este resultado se considerará la instalación de un sistema automático, que controle el suministro a todos los receptores eléctricos de la habitación o apartamento, o a los más importantes de estos.

Debe considerarse para cualquier tipo de hotel, en función de su categoría, los tiempos de cortesía, para la desconexión automática de la climatización y el alumbrado de las habitaciones.

El diseño de los circuitos terminales hacia las habitaciones, suites y otras unidades habitacionales cumplirá los requisitos establecidos a continuación.

Los paneles eléctricos ubicados en áreas de acceso a personal no calificado estarán provistos de puerta y cerradura.

#### 5.3.1 En establecimientos de alojamiento con categoría de 5 estrellas

En esta categoría se dispondrá un panel de interruptores en cada habitación, suite o unidad habitacional, el que estará energizado mediante un circuito terminal procedente de un panel general que controlará varios circuitos terminales.

Cuando el establecimiento sea muy extenso horizontalmente y la solución establecida en el párrafo anterior dé lugar a circuitos terminales de gran longitud, se analizará técnica y económicamente una solución alternativa en que un circuito terminal energice más de una habitación, suite o unidad habitacional, recomendándose que en ningún caso sean más de tres.

De existir refrigerador en los alojamientos, el interruptor de ahorro de energía mencionado en el apartado 5.3 no cortará el suministro de energía eléctrica a él.

### **5.3.2 En establecimientos de alojamiento con categoría de 4 y 3 estrellas**

En esta categoría se dispondrá un panel de interruptores en cada habitación, suite o unidad habitacional, el que estará energizado mediante una derivación de un circuito terminal procedente de un panel general que controlará varios circuitos terminales.

Se recomienda que cada circuito terminal no tenga más de 5 derivaciones.

De existir refrigerador en los alojamientos, el interruptor de ahorro de energía mencionado en 5.3 no cortará el suministro de energía eléctrica a él.

### **5.3.3 En establecimientos de alojamiento con categoría de 2 y 1 estrellas**

Se dispondrá un circuito terminal para varias habitaciones regulares, hasta un máximo de 10 habitaciones. No se dispondrá un panel de interruptores en cada habitación.

### **5.3.4 En las suites**

Las suites y otras unidades habitacionales se diseñarán de igual manera que los establecimientos con categoría de 4 estrellas, como se establece en 5.3.2

## **5.4 Paneles generales**

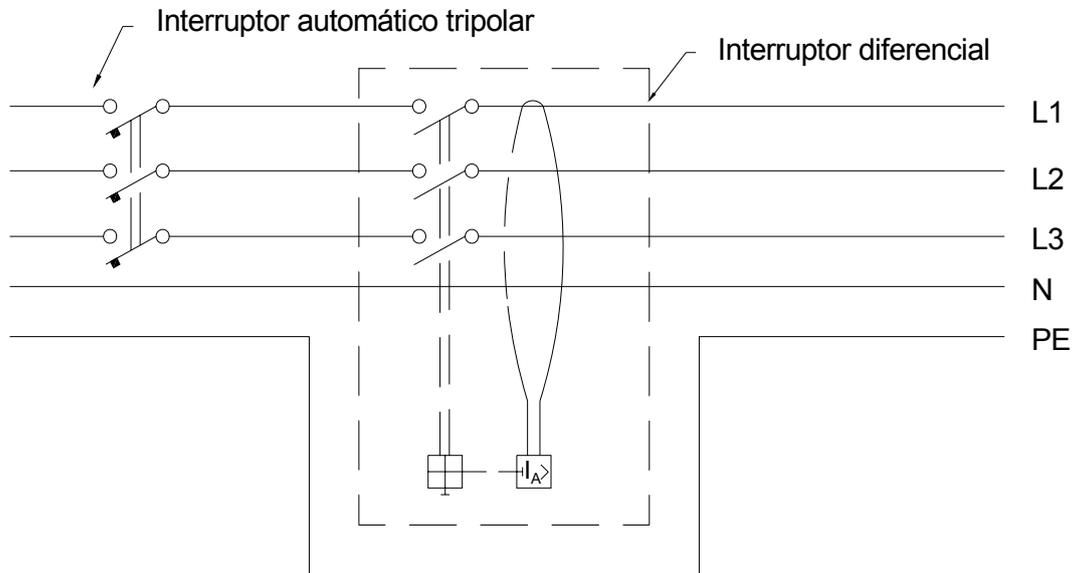
Los paneles generales mencionados en 5.3.1 y 5.3.2 estarán provistos de disyuntores termo magnéticos monopolares para proteger los circuitos terminales contra las corrientes de sobrecarga y cortocircuito. Se recomienda que la corriente especificada de estos disyuntores no sea mayor de 25 A, en general.

Los paneles de interruptores mencionados en 5.3.1 y 5.3.2 estarán provistos de:

- interruptores automáticos termo magnéticos monopolares modulares, para proteger contra las corrientes de sobrecarga y cortocircuito, preferentemente de 10 A y no mayores de 16 A en los circuitos de salida.
- un interruptor diferencial modular para la protección contra las corrientes de defecto a tierra alternas y continuas pulsantes de 30 mA de sensibilidad.
- un contactor electromagnético modular (2 contactos NA de 20 A para categoría de utilización AC-1 según IEC 60 947-4-1).

Los paneles generales correspondientes a los diseños mencionados en 5.3.3 y 5.3.4 estarán provistos de disyuntores termo magnéticos, así como de interruptores diferenciales. La sensibilidad de los interruptores diferenciales podrá ser hasta de 500 mA, lo que determinará el proyectista en cada caso.

La figura 15 muestra la forma de conexión de un interruptor diferencial en sistema TN.S



**NOTAS:**

1. Si el sistema es TN-C en su origen, el conductor PEN se divide en PE y N antes de pasar por el diferencial.
2. El interruptor automático puede ser unipolar en lugar de tripolar, por ser el circuito monofásico.

**Figura 15 — Instalación de interruptores diferenciales en un sistema TN-S**

## 5.5 Instalación para la iluminación

### 5.5.1 Conductores en tubería plástica de PVC, flexible o rígida, oculta en falso techo

La tubería plástica ligera o mediana puede montarse apoyada y fijada a los perfiles del falso techo o adosada a la superficie de techo mediante grapas de material resistente a la corrosión.

En ambos casos, la tubería servirá de conducto entre las salidas para luminarias, de las cuales debe haber una por cada luminaria. Estas salidas consisten en cajas eléctricas cuadradas con tapas ciegas.

En el caso de utilizar la solución de tubería adosada a la superficie de techo, las cajas se fijarán adecuadamente por medio de clavos de disparo.

La unión entre las cajas eléctricas y las luminarias se hará utilizando tubería ligera de PVC o tubería flexible (manguera) de PVC.

En todos los casos, la unión de tubos de PVC entre sí, con las cajas eléctricas y con las luminarias se hará utilizando inexcusablemente los accesorios de tubería establecidos en el apartado de conductores y canalizaciones.

### 5.5.2 Cable multiconductor oculto en falso techo

El cable multiconductor se montará adosado a la superficie de techo y fijado a la misma por medio de grapas. Además, su entrada y salida de las cajas eléctricas se realizará por medio de prensacables. Desde esta caja se utilizará también cable multiconductor hasta las luminarias.

En los restantes aspectos se aplica lo establecido en el apartado anterior y en el apartado de conductores y canalizaciones.

### 5.5.3 Conductores en tubería plástica de PVC de mediano impacto empotrada en losa de techo

La tubería plástica de PVC mediana se colocará empotrada en la losa de techo juntamente con las cajas eléctricas de 4" x 4" x 1½", una por cada luminaria.

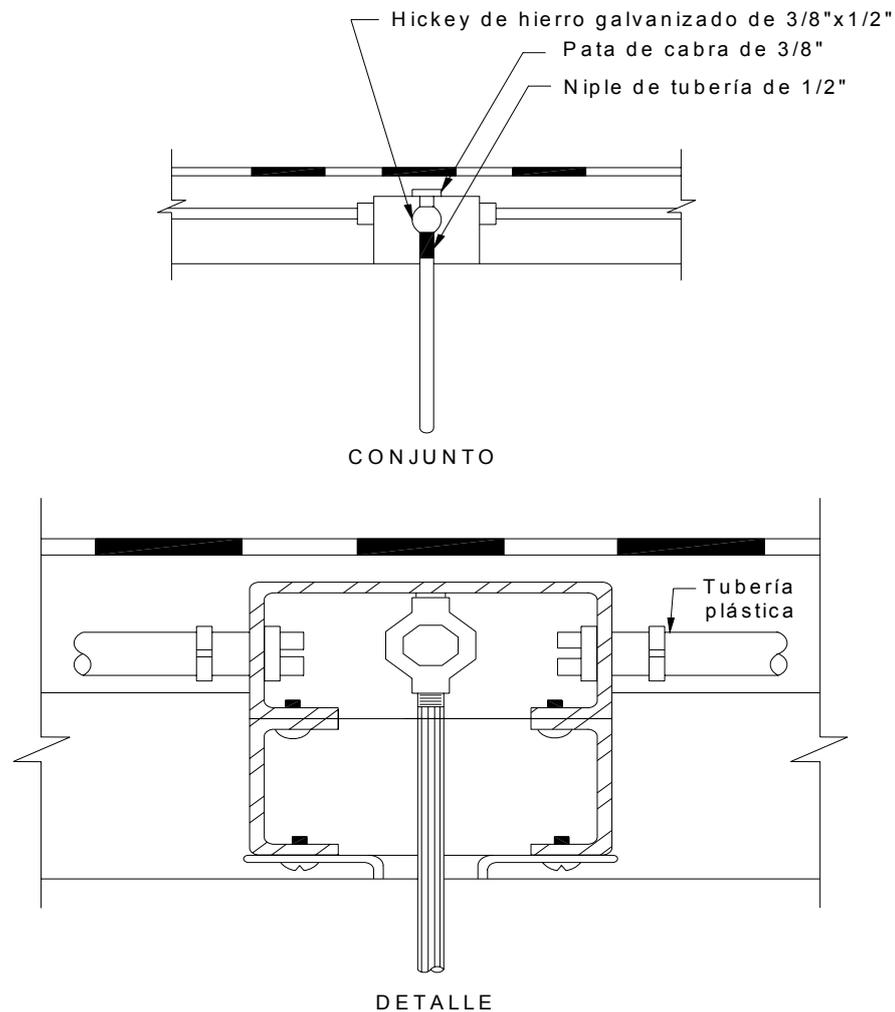
Para la instalación de la tubería a las cajas eléctricas, se utilizarán los accesorios de tubería previstos y establecidos en sobre conductores y canalizaciones.

Para realizar una correcta instalación de las luminarias, las cajas eléctricas estarán provistas de:

- soporte (pata de cabra) de  $\varnothing$  3/8" (10 mm), con tuerca metálica hexagonal fijada en el fondo de la caja, ambas de acero galvanizado con rosca normalizada americana;
- niple de latón rosca corrida de  $\varnothing$  3/8" (10 mm) o  $\varnothing$  1/2" (13 mm) por 3" (75 mm) de longitud,
- nudo abierto (Hickey) de acero galvanizado, rosca norma americana por ambos extremos, rectos de  $\varnothing$  3/8" (10 mm) o reducidos de  $\varnothing$  1/2" (13 mm) a  $\varnothing$  3/8" (10 mm), según necesidades de la instalación de la luminaria.

Ver figura 16. Se admite otra forma de montaje que sea equivalente.

En este caso las cajas eléctricas tendrán tapas metálicas de acero galvanizado atornilladas de 4" x 4" (100 mm x 100 mm) Con ponche central redondo de ¼" (6,3 mm) de altura y barrenos para tornillos a 83,5 mm entre ejes.



**Figura 16 — Montaje de luminarias**

#### **5.5.4 Conductores en tubería plástica de PVC pesada adosada (expuesta) a superficie de techo**

La tubería plástica de PVC pesada se fijará a la superficie de la losa de techo mediante grapas de material resistente a la corrosión y clavos de disparo. Igualmente se fijarán las cajas eléctricas (una por luminaria), a las cuales se conectarán las tuberías plásticas pesadas con los accesorios requeridos. Desde estas cajas se llegará a las luminarias por medio de tubería flexible (manguera) de PVC, o cable multiconductor flexible.

En el caso específico de las áreas técnicas se podrá utilizar esta misma solución, pero usando siempre que sea posible la luminaria como registro, eliminando por tanto el uso de la caja eléctrica y facilitando la instalación. No obstante, debe garantizarse el alineamiento de la tubería con los ejes de la luminaria y el uso adecuado e inexcusable de los accesorios de tubería y fijación adecuada de la luminaria a la superficie del techo.

### **5.5.5 Conductores en tubería plástica de PVC ligera oculta (empotrada) en paredes o paneles ligeros**

En este caso se cumplirán los requisitos establecidos en el apartado **5.5.3** que correspondan.

## **5.6 Luminarias en interiores**

### **5.6.1 En cubiertas con falso techo**

Las luminarias se instalarán empotradas (ocultas) o en la superficie del falso techo, en dependencia de la solución más adecuada.

En ambos casos las luminarias no pueden fijarse únicamente al falso techo y han de tener soportes que las sostengan firmemente de la losa de hormigón o de otro material rígido adecuado, situado por encima del falso techo.

### **5.6.2 En superficie de techo y pared (adosadas)**

Las luminarias se soportarán mediante el uso fundamentalmente de los accesorios de las cajas eléctricas. Ver apartado **5.5.1**.

Se exceptúan de lo anterior los casos de luminarias que por sus características de diseño (tamaño, forma, peso) requieren de un soporte o fijación adicional, para lo cual debe usarse el método de clavo de disparo o de expansiones (mecánicas, de plomo, o plásticas) con tornillos adecuados y correspondientes con las características de expansión.

### **5.6.3 Suspendidas del techo**

En este caso la solución del soporte de luminarias es igual a la mencionada en el apartado **5.5.3**.

En todos los casos en que tengan un peso definitivo las soluciones decorativas de acabado de un área en especial o de un conjunto, las formas de instalación, soporte y alturas de montaje serán decididos durante la elaboración del proyecto según lo establecido en la NC 775-6.

## **5.7 Luminarias exteriores**

En dependencia del tipo de iluminación que se necesite o se requiera, se utilizarán las formas de instalación siguientes:

- sobre bases de hormigón armado de distintos tamaños.
- sobre columnas de altura limitada u otros accesorios enterrados directamente.

En el caso de la iluminación de accesos de vehículos, áreas verdes, áreas deportivas y áreas de fachadas, será necesario usar postes o columnas con altura entre 3,00 y 9,00 m, exceptuándose la iluminación de fachadas que normalmente no requieren el uso de postes, columnas y otros y sí de una base de hormigón.

La base de hormigón armado sobre la cual se montará el elemento soporte de las luminarias será de forma de pirámide truncada, con su parte menor sobresaliendo por encima del nivel de terreno no más de 50 mm. El resto de la base quedará oculta en tierra y deberá tener empotradas una o

más curvas de tubería plástica de PVC mediana, con el objetivo de permitir el acceso del cable (o cables) de enterrar directamente, que llevan la energía eléctrica a la luminaria.

En esta base de hormigón se dejarán fundidos los elementos de sujeción de la base metálica del poste soporte de la luminaria.

Los elementos de soporte de las luminarias exteriores (postes, báculos, columnas) tendrán invariablemente un registro interior situado a una altura entre 400 mm y 600 mm de su base, con puerta de acceso, en el cual va alojado un bloque de terminales de conexiones y la protección del circuito a la luminaria.

La altura de montaje de las luminarias para alumbrado de calles seguirán las siguientes recomendaciones de acuerdo con la emisión luminosa de las lámparas:

Emisión luminosa (lm)	Altura de montaje (m)
3 000 - 10 000	6 4 7
10 000 - 20 000	7 4 9
mayores de 20 000	superior a 9

Cuando se utilicen luminarias para efectos decorativos, alumbrado peatonal y otros, su soporte será directamente enterrado en elementos de material resistente a los efectos de la corrosión, dependiendo la profundidad a que se entierran de las recomendaciones del fabricante.

Para estos fines se podrán utilizar columnas siempre que no provoquen afectaciones estéticas.

Las luminarias para alumbrado exterior, de diseño nacional, deberán estar aprobadas para su uso por el Comité Nacional de Iluminación, adjunto al Comisión Electrotécnica Cubana (CEC) y deberá acompañarse de la documentación correspondiente.

### 5.8 Instalación en cámaras frías

La instalación electroenergética en las cámaras frías cumplirá con lo establecido en la norma NC 19-02-14.

Las luminarias a instalar en las cámaras frías tendrán lámparas incandescentes o fluorescentes y serán a prueba a chorro de agua (IP A5).

Junto a la puerta de entrada a la cámara o antecámara, en su parte exterior, se instalará el interruptor de encendido y apagado de las luminarias y una lámpara piloto que indicará si las luminarias están encendidas.

La canalización para la alimentación de los ventiladores de los difusores, resistencias y cables de control será del mismo tipo que la de iluminación y se sellarán de la misma forma.

Todas las tuberías eléctricas que entren a una cámara dispondrán de un condulet-sello, cuya función es eliminar la posibilidad de que se produzca condensación dentro de la tubería.

La instalación electroenergética de la cámara se podrá hacer expuesta o empotrada.

La instalación expuesta se podrá ejecutar con tubería pesada roscada de PVC o con tubería rígida roscada de acero galvanizado. En cualquiera de estas formas de instalación, se emplearán cajas eléctricas tipo conduit.

La instalación empotrada se hará con tubería de mediano impacto de PVC. La entrada a cada luminaria estará provista de un conduit-sello.

### **5.9 Instalación de interruptores para iluminación**

La instalación de interruptores de iluminación se ejecutará normalmente empotrada en pared, excepto casos especiales que requerirán instalación en superficie. Estos interruptores se montarán, excepto condiciones específicas, a una altura de 1200 mm sobre el nivel de piso terminado y a 100 mm de la puerta o proyección de la puerta abierta contra la pared.

Para la instalación de los interruptores se empotrará en la pared una caja eléctrica de 4" x 4" x 1½", con tapa cuadrada de 4" x 4", y ponche central rectangular elevado o sobresaliente no más de ¼". Esta tapa tendrá barrenos separados a 83,5 mm para fijar el puente metálico de interruptores sencillos o de interruptores intercambiables del tipo modular. Posteriormente se fijará la placa plástica o embellecedor. Todas las fijaciones se harán con tornillos de latón rosca norma americana. Se permite el empleo de cajas de 4" x 2" x 1½" cuando en ella se monte un sólo interruptor y no haya derivación hacia otra caja.

### **5.10 Instalación eléctrica de tomacorrientes**

La instalación de las canalizaciones se realizará fundamentalmente en el relleno de piso con tubería plástica de PVC de mediano impacto.

Estas canalizaciones llegarán hasta las cajas eléctricas y responderá a las mismas premisas establecidas para la instalación de interruptores.

La instalación de tomacorrientes en piso reviste especial cuidado en lo que a terminación se refiere. Este montaje debe quedar a nivel de la superficie de piso y con condiciones de hermeticidad contra la acción del polvo (y el agua cuando se requiera).

Los tomacorrientes montados sobre el nivel de piso, excepto casos en que se especifica otra cosa, se ubicarán sobre el NPT a las alturas siguientes:

- tomacorriente en área de cocina 1200 mm.
- tomacorriente en área de baño 1300 mm.
- tomacorriente sobre meseta 1200 mm.
- tomacorriente en otras áreas 300 mm.

#### **5.10.1 Guía para la ubicación de tomacorrientes**

##### **5.10.1.1 En habitación, suite o apartamento**

- Dormitorio: según amoblamiento y no más de 4 salidas dobles.
- Baño privado: 1 salida sencilla junto al espejo.
- Terraza: 1 salida sencilla.
- Pasillos: 1 salida sencilla, cada 12 m de pasillo.
- Sala y vestíbulo: según amoblamiento y decorado, más 1 salida de piso, sencilla cada 25 m<sup>2</sup>
- Cocina: 1 salida doble por cada 1 m de pared.

#### 5.10.1.2 En carpeta

- Mostrador: 1 salida doble cada 2 m.
- Pared: 1 salida doble cada 3 m.

#### 5.10.1.3 Otros locales

- Salón: 1 salida sencilla cada 12 m<sup>2</sup>, en paredes y piso.
- Tienda: 1 salida doble cada 10 m<sup>2</sup>.
- Terraza cubierta: 1 salida doble cada 8 m.
- Barbería: según equipamiento, más 1 salida doble por local.
- Peluquería: igual a lo señalado en barbería.

#### 5.10.1.4 Administración

- Oficina: según amoblamiento ó 1 salida doble cada 4 m<sup>2</sup> .
- Pasillo: 1 salida sencilla cada 12 m.

#### 5.10.1.5 Gastronomía

- Cocina central: según ubicación de equipos más 1 salida sencilla cada 3 m de pared o muro libre de equipos fijos.
- Restaurante: 1 salida doble cada 20 m<sup>2</sup>.
- Cafetería: según ubicación de equipos, más 1 salida doble cada 3 m de mostrador y pared
- Cabaret: según el diseño y ubicación de mobiliario.
- Almacén 1 salida doble próxima a la mesa de trabajo del responsable, más otras salidas en dependencia del tamaño y tipo de almacén.

#### 5.10.1.6 Recreación

- Áreas interiores: 1 salida doble cada 6 m de pared.
- Áreas exteriores: 1 salida sencilla en cada instalación deportiva.
- Áreas verdes: 1 salida sencilla cada 300-400 m<sup>2</sup> .
- Piscina: 1 salida doble de piso (a no menos de 4 m de la pared de la piscina) cada 50 m<sup>2</sup> , como mínimo.

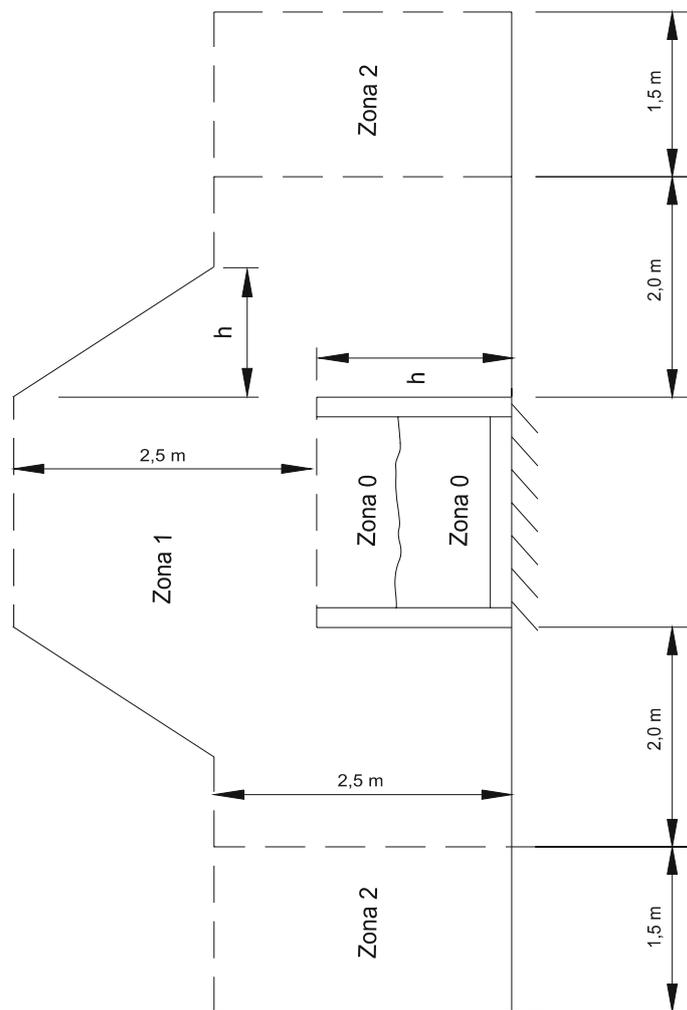
#### 5.10.1.7 Servicios

- Mantenimiento: 1 salida doble cada 6 m de pared.
- Lavandería: según equipamiento, más 1 salida sencilla cada 10 m de pared.

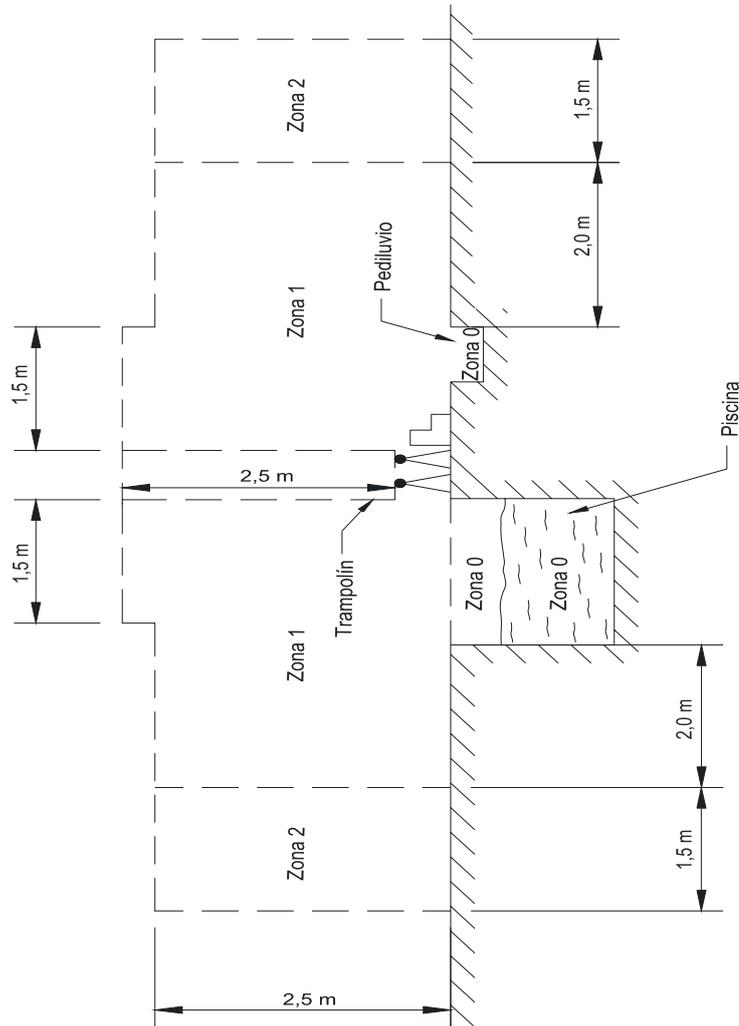
**5.11 Instalación eléctrica en la zona de la piscina y áreas aledañas**

La protección de las personas contra el choque eléctrico en piscinas interiores y exteriores y sus áreas aledañas se garantizará mediante el cumplimiento de los requisitos dados a continuación. Las piscinas para uso médico cumplirán requisitos adicionales. Los requisitos dados a continuación cumplen con la norma IEC 60364.

Las piscinas y sus áreas adyacentes se clasifican en las tres zonas (volúmenes): zona 0; zona 1 y zona 2; delimitadas según se muestra en las figuras 17.1 (para piscinas sobre el terreno) y 17.2 (para piscinas de natación y con trampolín).



**Figura 17.1 — Dimensiones de las zonas para piscinas sobre el terreno**



**Figura 17.2 — Dimensiones de las zonas de piscinas de nado y con trampolín**

### 5.11.1 Zona 0

Se cumplirán los requisitos siguientes:

- El material eléctrico tendrá, al menos, un grado de protección IP A8C.
- No se permiten cajas de conexiones, ni receptáculos para tomacorrientes, u otros accesorios eléctricos.
- Solo se pueden instalar aparatos y luminarias (tales como luminarias subacuáticas, bombas, etc.) alimentados a una tensión no mayor de 30V C.C. y 12V C.A, obtenida de un transformador separador de seguridad (TSS), provisto de pantalla metálica de protección entre los devanados primario y secundario, la que se conectará a tierra. Este transformador se instalará fuera de las zonas 0, 1 y 2.

d) Las canalizaciones eléctricas se limitarán a las estrictamente necesarias para el suministro de la energía eléctrica a los aparatos ubicados en esta zona.

### **5.11.2 Zona 1**

Se cumplirán los requisitos siguientes:

- a) El material eléctrico tendrá, al menos, un grado de protección de IP A5C en las piscinas interiores pequeñas y de IP A4C en el resto.
- b) No se permiten cajas de conexiones eléctricas, ni receptáculos para tomacorrientes, u otros accesorios eléctricos.
- c) Los aparatos eléctricos se alimentarán a una tensión no mayor de 24 V C.A, obtenida de un transformador separador de seguridad (TSS), con las características señaladas en el apartado 5.9.

Este transformador no se montará en las zonas 0, 1 y 2.

Como alternativa, si los aparatos son de instalación fija: pueden ser de la Clase II.

d) Las canalizaciones eléctricas se limitarán a las estrictamente indispensables para el suministro de energía eléctrica a los aparatos ubicados en las zonas 0 y 1.

### **5.11.3 Zona 2**

Se cumplirán los requisitos siguientes:

- a) El material eléctrico tendrá, al menos, un grado de protección IP A4C en piscinas exteriores, IP A2C en piscinas interiores y de IP A5C cuando las piscinas interiores pueden estar sometidas a chorros de agua para su limpieza.
- b) Se permiten cajas de conexiones eléctricas.
- c) Se permiten receptáculos de tomacorrientes solo si:
  - son alimentados por un TSS con las características indicadas en el apartado 5.9,
  - o son alimentados a una tensión extra baja de seguridad, de tensión nominal no mayor de 50 V C.A;
  - o son protegidos por relés diferenciales con una sensibilidad no mayor de 30 mA.
- d) Las canalizaciones eléctricas se limitarán a las estrictamente necesarias para el suministro de energía eléctrica a los aparatos ubicados en las zonas 0, 1 y 2.
- e) Los aparatos eléctricos pueden ser:
  - de Clase II;
  - de Clase I y protegidos por interruptores diferenciales con una sensibilidad no mayor de 30 mA.
  - alimentados por un TSS con las características indicadas en el apartado 5.9.

No se instalarán líneas aéreas sobre toda el área de la piscina y el área comprendida a una distancia de 3,50 m o menos de las paredes internas de la piscina, ni sobre estructuras de

trampolines, puesto de observación, torres o plataformas de uso público relacionadas con la piscina.

#### **5.11.4 Puesta a tierra y conexiones equipotenciales en piscinas**

##### **5.11.4.1 Conexiones equipotenciales**

Serán interconectadas por conexiones equipotenciales:

- a) todas las partes metálicas de la estructura de la piscina, incluyendo el acero de refuerzo;
- b) todos los accesorios metálicos que estén dentro o fijados a la estructura de la piscina, incluyendo las partes metálicas para fijación de los aparatos de iluminación subacuática de cualquier tipo. No se incluyen las pequeñas partes metálicas aisladas que tengan 100 mm en cualquier dimensión y no penetren en la estructura de la piscina más de 25 mm;
- c) todas las partes metálicas de los equipos relacionados con el sistema de circulación de agua de la piscina, incluyendo las tuberías metálicas, los motores de las bombas y sus controles.

Se acepta el empleo del acero de refuerzo de las estructuras de hormigón como malla común de interconexión para las partes metálicas descritas en el acápite anterior. Los amarres usuales con alambre en el acero de refuerzo se aceptarán si presentan una completa continuidad eléctrica comprobada mediante instrumentos.

La malla común de interconexión puede también estar constituida por un conductor sólido desnudo, de sección no menor que 10 mm<sup>2</sup>.

##### **5.11.4.2 Puesta a tierra**

Se cumplirán todas las disposiciones contenidas en el apartado 4.10 respecto a la puesta a tierra mediante el sistema general de conductores de protección.

La protección contra el choque eléctrico se realizará donde se utilice una tensión extra baja cualquiera, la protección contra contactos directos será provista por:

- barreras o envolventes que garanticen al menos un grado de protección IP 2C;
- o un aislamiento capaz de soportar un ensayo de tensión de 500V durante 1 minuto.

Varios aparatos subacuáticos pueden ser alimentados por un mismo transformador, pero las partes metálicas accesibles de estos aparatos deberán estar interconectadas y el transformador deberá estar ubicado en un local anexo, una galería técnica o un registro no inundable.

Las medidas de protección por medio de obstáculos o situando las instalaciones fuera de alcance no está permitido.

Las medidas de protección utilizando áreas no conductoras o por medio de conexiones equipotenciales sin conexión a tierra no está permitido.

### 5.11.4.3 Cableado

Las reglas enumeradas se aplican a sistemas de alambrado expuestos o empotrados en las paredes con una profundidad no mayor de 5 cm.

El sistema de alambrado proporcionará un aislamiento que satisfaga los requisitos del apartado 5.9 sin ninguna cubierta metálica. Por tal se entienden cables monoconductores en conductos aislantes o multiconductores con cubierta aislante.

## 5.12 Instalación eléctrica para ascensores

### 5.12.1 Generalidades

La instalación eléctrica para los ascensores se ejecutará con particular cuidado, prestándose especial atención a cuanto se refiere a los aislamientos. El diseño de esta instalación cumplirá con lo establecido en la sección correspondiente de la NC 775-13.

La alimentación de energía eléctrica para los ascensores se llevará directamente desde el centro general de distribución (CGD) hasta el cuarto de máquinas de ascensores. Con el objetivo de obtener mayor confiabilidad en el servicio, se recomienda disponer un alimentador de fuerza para cada ascensor, cada uno canalizado en forma independiente.

Estas canalizaciones de los alimentadores de los ascensores no se permite situarlas en el pozo, pudiendo utilizarse para ellas:

- tuberías plásticas de mediano impacto si la instalación es empotrada
- tubería pesada de acero galvanizado, si es expuesta.

En el cuarto de máquinas habrá un desconectivo general de la alimentación de cada ascensor y el panel o armario de control de la totalidad de los ascensores.

En el pozo, sólo se permiten aquellos conductores eléctricos que tienen vinculación directa con la cabina del ascensor. Los conductores de otros circuitos, al igual que redes técnicas de otras redes de ingeniería, no pueden instalarse en el pozo de cualquier ascensor.

Los conductores eléctricos vinculados directamente con la cabina y con la iluminación del pozo se recomienda canalizarlos en un electroducto de sección rectangular hecho de chapa de acero galvanizado, o de plástico cerrado con una tapa del mismo material atornillada al cuerpo del electroducto; éste también puede ser de plástico. El electroducto se fijará firmemente a una pared del pozo por medio de soportes de acero galvanizado espaciados a no más de 5 m. De haber más de un electroducto, colocados paralelamente, se deben fijar conjuntamente para garantizar mayor rigidez.

Los conductores instalados en el electroducto mencionado en el apartado 5.10 no deben llenar la sección recta del mismo más del 40 %.

Se permite que en un electroducto como el mencionado en 5.10 se instalen conductores de circuitos de operación, control, fuerza, señalización e iluminación siempre que todos ellos tengan aislamiento para la tensión del conductor de mayor tensión. Se permite, asimismo, un par de

conductores telefónicos para el teléfono de la cabina si cumple con el requisito anterior relativo a la tensión del aislamiento. Este requisito es también aplicable al cable viajero de la cabina.

Todos los ascensores de pasajeros de un establecimiento estarán energizados desde la barra de emergencia del CGD, para permitir su funcionamiento cuando falle el suministro normal desde el SEN. El diseño de estos circuitos se hará en coordinación con el fabricante de los ascensores para determinar, dado el régimen de funcionamiento en condiciones de emergencia, la necesidad o no de un medio de absorción de energía.

Protección de las partes activas, de las partes conductoras accesibles (masas) y de los elementos conductores extraños.

En cualquier parte de un ascensor, las partes activas deben estar absolutamente protegidas contra cualquier contacto accidental.

Todas las partes conductoras accesibles (masas) han de conectarse a tierra a través del conductor PE de protección que le corresponda a cada una.

Todos los elementos conductores extraños han de interconectarse entre sí y con la tierra por medio de los conductores de equipotencial que sean adecuados.

### 5.12.2 Conductores eléctricos

Todos los conductores relacionados con los ascensores deben tener aislamiento del tipo no propagador de la llama y resistente a la humedad. Además, los conductores utilizados para el enclavamiento (interlock) de la puerta del pozo tendrán aislamiento de temperatura no menor de 200 °C.

Las secciones mínimas admisibles de los conductores serán:

- a) para la iluminación, 1,5 mm<sup>2</sup>
- b) para control y señalización. 0,75 mm<sup>2</sup>;
- c) para circuitos de fuerza:
  - para 1 solo motor, la sección correspondiente al 85 % de la corriente de plena carga (de chapa), aunque nunca menor de 2,5 mm<sup>2</sup>
  - para varios motores, la sección que corresponda al 125 % de la corriente de plena carga del motor mayor más la suma de la corriente de plena carga de cada uno de los motores restantes, aunque nunca menor de 2,5 mm<sup>2</sup>.

### 5.12.3 Iluminación

La iluminación del cuarto de máquinas ha de asegurarse con un circuito independiente del que alimenta al grupo de accionamiento (tracción), bien sea porque provenga de otro centro de distribución o porque dicho circuito se origine antes del interruptor del circuito correspondiente al grupo de accionamiento.

La luminaria (de lámparas fluorescentes) en la cabina se montará directamente adosada al techo o empotrada en él.

El pozo tendrá una iluminación mediante una luminaria cada 3 m (de altura), gobernándose esta iluminación desde el cuarto de máquinas.

La luminaria de cada cabina y las del pozo se alimentarán desde el panel de iluminación de emergencia. La cabina tendrá, además, una luminaria autónoma de evacuación.

Todos los ascensores de pasajeros tendrán equipos autónomos de iluminación de emergencia con una fuente de poder de 1 hora de autonomía como mínimo, que deberán estar homologados u aprobados por la Agencia de Protección Contra Incendios.

#### **5.12.4 Dispositivo de desconexión**

En lugar accesible, reservado al responsable del servicio de ascensores, ha de colocarse un dispositivo por ascensor que permita la apertura y cierre del circuito del motor en todos sus conductores activos simultáneamente, con independencia del circuito de iluminación del ascensor, cuarto de máquinas y el de alarma.

Estos dispositivos de desconexión pueden ser fusibles o disyuntores, preparados para que se puedan enclavar en la posición de desconectado. En dependencia del tipo de sistema a utilizar, el dispositivo de desconexión puede situarse en diferentes lugares, pero siempre dentro del área del cuarto de máquinas.

En el caso de que exista más de una fuente de alimentación, cada una debe tener un dispositivo de desconexión a la vista del equipo alimentado.

Para los casos de paneles interconectados con distintas fuentes de suministro, deben proveerse las necesarias señales de alarma.

#### **5.12.5 Tomacorrientes**

Se dispondrán los tomacorrientes siguientes:

- a) en el cuarto de máquinas, como mínimo una (1) salida doble monofásica de 230 V.C.A.;
- b) en el pozo, una salida sencilla monofásica de 230 V C.A. cada 3 m, junto a cada luminaria del pozo.

#### **5.12.6 Protección de sobrecorriente**

##### **5.12.6.1 Para motores eléctricos de la tracción**

Los motores de la tracción se protegerán contra sobrecargas y cortocircuitos. Se tomarán las medidas que se permiten para el caso de pérdida de tensión, en una fase del circuito terminal de cualquier motor, para evitar el funcionamiento monofásico de un motor trifásico.

Se debe tener en cuenta que los motores son de trabajo intermitente y que se considera como corriente de plena carga en estos casos a la que corresponde al 85 % de la corriente de chapa.

##### **5.12.6.2 Circuitos de mando, control y señalización**

La protección contra cortocircuitos de estos circuitos no debe sobrepasar:

- a) para circuitos con conductores de  $1,0 \text{ mm}^2$  , de 10 A especificados (del dispositivo de protección);
- b) para circuitos con conductores de  $0,75 \text{ mm}^2$ , de 7 A especificados;
- c) para conductores de mayor sección, del 300 % de la corriente admisible de los conductores del circuito.

### 5.12.6.3 Contactores y relés

Los contactores y relés se seleccionarán con particular cuidado, considerando las rigurosas condiciones de trabajo para ellos en las instalaciones de ascensores.

### 5.12.6.4 Circuito de mando o maniobra

El circuito de mando o maniobra ha de estar concebido de forma tal que un contacto o falla a tierra de cualquiera de los circuitos de la instalación no tenga repercusión en las maniobras que puedan ser realizadas.

## 5.13 Instalación eléctrica en cocinas

Todos los equipos eléctricos de cocina previstos para la preparación de alimentos especialmente aquellos que trabajan a altas temperaturas y los destinados a la limpieza de vajilla deben ser provistos con un medio de desconexión fácilmente accesible al operador del equipo que:

- en el caso de los equipos de potencia inferior a 300 VA, el interruptor puede ser ubicado en el panel eléctrico.
- en el caso de los equipos de potencia superior a 300 VA, deberá estar en un radio de 1,5 m del punto de conexión al equipo, debiendo ser del tipo seccionador con carga o interruptor termo magnético.

En ningún caso se admiten tomacorrientes industriales estándar como medios de desconexión.

Todos los equipos de cocina a los efectos de mantenimiento deberán ser alimentados a través de tomacorrientes de la capacidad y tipo adecuados.

En el área de cocina deberá preverse que en caso de emergencia puedan desenergizarse los circuitos a equipos, manual o automáticamente de forma centralizada.

## 5.14 Instalación de motores eléctricos

### 5.14.1 Fijación

Todos los motores eléctricos y equipos asociados con ellos se asegurarán firmemente a la superficie de montaje.

No se emplearán métodos de fijación que utilicen madera o materiales combustibles.

Todas las aberturas que no se usen en cajas, registros, paneles y otros, se tapanán para mantener el grado de protección original.

Todo motor que no forme parte integral de un equipo, o esté provisto de polea para transmisión por correa, se montará firmemente sobre una base metálica, de tal manera que pueda ser fácilmente movido sin afectar su instalación eléctrica.

#### **5.14.2 Ubicación**

Todos los motores eléctricos que dependan de la circulación natural del aire para su enfriamiento, estén provistos de aberturas de ventilación o sean para montaje sobre el piso, se instalarán de manera que la presencia de paredes, techo u otros equipos adyacentes no impida dicha circulación de aire.

Todo motor eléctrico debe tener un espacio libre de 0,90 m a su alrededor para el mantenimiento, como mínimo.

Aquellos centros de control de motores que no tengan acceso por el fondo y cuando todas las conexiones sean realizadas desde el frente o los costados, pueden instalarse adosados a paredes o columnas si esto resulta necesario.

El tipo de motor, control e instalaciones asociadas corresponderán a las condiciones específicas del local donde se instalen relativas a ventilación, temperatura, humedad relativa y limpieza del aire.

#### **5.14.3 Identificación**

Cada medio de desconexión, arranque y control de un motor debe ser identificado y relacionado con el motor de forma clara y duradera.

Los terminales de los medios de desconexión, arranque y control de un motor, así como los del propio motor, se identificarán de manera que su correspondencia sea evidente.

### **5.15 Instalación de redes eléctricas exteriores propias del establecimiento turístico**

Los métodos de instalación podrán ser:

- cables mono o multiconductores enterrados directamente;
- cables mono o multiconductores en conductos soterrados.

Ver Anexo 11

#### **5.15.1 Cables multiconductores enterrados directamente**

Los requisitos de instalación para este método son:

- la profundidad del tendido será como mínimo 900 mm para media tensión y 700 mm para baja tensión con respecto a la superficie del terreno en áreas verdes.
- en áreas verdes, los cables descansarán en la trinchera en el centro de un lecho de arena de 250 mm. Sobre este lecho de arena se pondrán losas de hormigón de 50 mm de espesor. La distancia entre cables adyacentes nunca será menor que 2 veces el diámetro del cable de mayor diámetro.

- cuando resulte necesario por la complejidad de las redes exteriores, la totalidad del tendido se marcará en la superficie del terreno con monumentos o marcadores, espaciados según el caso.
- cuando resulte las instalaciones en la proximidad de líneas de comunicaciones y de agua estarán reguladas por lo establecido en la NC 775-1.
- los cruces de viales se ejecutarán con los cables en tuberías de PVC o asbesto cemento, recubiertas de hormigón.
- sólo se emplearán registros de hormigón en entradas a locales eléctricos o centros de distribución que así lo requieran.

### 5.15.2 Cables mono o multiconductores en conductos de PVC o asbesto cemento

Los requisitos de instalación para este método son:

- este método de instalación se empleará solo en los cruces de calles y en aquellos casos en que sea imposible instalar el cable directamente en tierra.
- el conducto se colocará entre 500 y 900 mm de profundidad, protegiéndose en todo su recorrido con hormigón. El diseño de estos tendidos en los cruces de calles se hará en coordinación con la especialidad de estructuras.
- los registros de hormigón se ubicarán a una distancia máxima de 40 m, con provisión de medios para el tendido del cable cuando sean necesarios y con dimensiones adecuadas para realizar empalmes, aunque se recomienda evitar éstos siempre que sea posible.
- se ubicarán registros de hormigón a cada lado de las cruces de viales, así como en derivaciones y giros.

### 5.15.3 Registros exteriores

Los registros exteriores serán de hormigón masivo, hormigón armado o plásticos.

Si son estancos tendrán un prepiso de hormigón pobre, fundiéndose a posterior el piso definitivo. Tanto a las paredes como al piso se le aplicará pintura asfáltica con dos capas de papel de techo por su lado exterior.

En ningún caso se admitirán registros contruidos de bloques o de ladrillos.

La tapa debe ser ligera, de chapa corrugada (antiresbalable), terminada en un marco de angulares, la misma debe cubrir todas las dimensiones internas del registro, evitando siempre que el agua precipitada penetre en su interior.

En ningún caso se admite la tapa de hormigón.

Para facilitar el cableado, frente a cada bloque de hormigón que contiene las tuberías y en su punto centro en la pared opuesta interior, se insertará un estribo que permita fijar una polea, para facilitar halar la cinta o la soga según el caso.

### 5.16 Instalación del sistema de tomas de tierra

Ver apartado 4.1.

Se podrán utilizar diferentes tipos de electrodos de tierra, artificiales o naturales, tales como uno o varios conductores en anillo, electrodos verticales (o inclinados), conductores radiales, o el electrodo de tierra de la cimentación. Se preferirá utilizar varios electrodos de tierra repartidos convenientemente a un solo electrodo de tierra de gran longitud; los electrodos de tierra hincados profundamente son eficaces cuando la resistividad del terreno disminuye con la profundidad y si se encuentra un subsuelo de baja resistividad a profundidades superiores a aquellas a las que penetran habitualmente los electrodos en forma de pica. Cuando se utilicen electrodos verticales, se recomienda ubicar como mínimo dos de éstos en el sistema.

Para la disposición de las tomas de tierra en condiciones normales se podrán utilizar, en sentido general, dos configuraciones básicas para los electrodos de tierra de las tomas de tierra. Una de estas configuraciones es el arreglo formado por electrodos de tierra artificiales que pueden ser radiales, verticales o inclinados, donde cada uno de los bajantes se conectará al menos a uno de los electrodos de tierra descritos. La otra configuración es el electrodo de tierra natural en anillo o electrodo de tierra de cimentación.

En calidad de electrodos de tierra naturales se utilizarán los cimientos de hormigón armado situados en la base de las edificaciones, así como cualquier otra construcción importante de hormigón armado situada por debajo del nivel del terreno, donde deberán quedar unidos entre sí al menos el 50 % de dichos cimientos, entre los que estarán los incluidos en el perímetro.

Para conectar eléctricamente a los cimientos de hormigón armado situados en la base de las edificaciones y ponerlos así en paralelo, integrando un sistema único de tomas de tierra, se empleará el acero de refuerzo de las vigas zapatas, preferentemente las perimetrales. En el Anexo 2 se establecen las condiciones generales que se han de cumplir para utilizar satisfactoriamente los cimientos de hormigón armado como electrodos de tierra.

Los electrodos de tierra artificiales conformados por conductores en anillo, irán en el exterior de la edificación y estarán enterrados, preferiblemente, a una profundidad no menor de 0.50 m y a una distancia no menor de 1 m de las paredes y muros de la misma.

Los electrodos de tierra artificiales se instalarán fuera del espacio a proteger, a una profundidad de 0.50 m como mínimo y distribuidos tan uniformemente como sea posible para minimizar el efecto de acoplamiento eléctrico entre los mismos. Los electrodos de tierra empotrados se instalarán de forma tal que se permita su inspección durante y después de la construcción.

Los elementos metálicos que se utilicen en los electrodos artificiales serán altamente resistentes a la corrosión. Se recomienda de forma previsible el empleo de elementos de cobre o de acero cobrizado (copperweld) con un grosor de cobre de 250 micras como mínimo; en este último caso, se hace necesario situar una configuración de electrodos verticales conectados en paralelo a un conductor de cobre preferentemente mediante soldadura exotérmica.

En caso que se utilicen uniones no soldadas en los electrodos de tierra artificiales, ya sean por medio de grapas de presión o por tornillos tipo "U" con tuercas, se precisará un programa de inspecciones y mantenimiento de mayor periodicidad.

Se proveerán registros manuales que permitan la inspección visual y la medición de la resistencia de puesta a tierra. La cantidad y ubicación de los registros dependerá de la configuración del sistema de tomas de tierra, lo que quedará determinado en el diseño.

Para el diseño del sistema de tomas de tierra, el primer paso será realizar un estudio para conocer la resistividad del terreno, este estudio deberá componerse de cortes geoelectricos a varias capas en no menos de 5 m. Luego, la geometría del electrodo de tierra será adaptada a la importancia de la edificación; y como regla general, debe ser colocado en terreno natural, no en material de relleno y, si es posible, en terrenos húmedos.

No se utilizarán electrodos de tierra independientes, es decir, sistemas aislados (segregados) para sistemas electrónicos, redes de computación, entre otros sistemas sensibles, pues esto puede traer como consecuencia sobretensiones transitorias peligrosas para el personal y para la compatibilidad electromagnética (EMC), y como concepto es erróneo por cuanto incumple sus preceptos.

El uso de una red de tierra llamada "limpia" para los sistemas sensibles, separada de la red de tierra llamada "sucias" para la potencia, y más aún separada incluso de la red de tierra de pararrayos, aún cuando se interconecten a través de un solo electrodo de tierra por debajo del nivel del suelo, no es recomendado para el uso general, pues satisface los criterios de seguridad pero no es compatible con la EMC a altas frecuencias.

Se recomienda, preferentemente, proveer un sistema único de tomas de tierra, conformado por múltiples electrodos de tierra, el que será común para todos los servicios de ingeniería (sistemas sensibles, pararrayos, fuerza, entre otros) que requieran conectarse al mismo potencial de tierra. En este punto, a su vez se exige que se realicen uniones equipotenciales de todos los servicios de ingeniería a intervalos verticales que no excedan los 20 m en edificaciones de más de 20 m de altura; además, por razones de seguridad deberán existir un mínimo de dos conexiones equipotenciales (principio de redundancia incorporada), para que en caso de que una de éstas se aisle, ninguna parte del sistema de tomas de tierra se encuentre segregado hasta tanto se corrija el defecto.

El valor máximo de la resistencia total a tierra del sistema único de electrodos de tierra estará determinado por el servicio de ingeniería de mayor exigencia al respecto, lo cual se precisará en el diseño. La existencia de equipos diseñados con componentes microelectrónicas sensibles obliga, generalmente, a que este valor sea tan bajo como sea posible, estando las exigencias comprendidas entre 0.5 y 2 ohms por lo general, aunque en algún momento puede existir un equipamiento que sea más exigente aún.

El valor de resistencia de puesta a tierra comúnmente establecido para los servicios de ingeniería llamados "sucios", es de 10 ohms como máximo para el sistema de pararrayos, para el caso que existan recipientes fijos de almacenamiento de líquidos inflamables o combustibles, o de gases combustibles comprimidos, es de 5 ohms como máximo, y para los equipos electromecánicos y el sistema eléctrico de fuerza es de 5 ohms como máximo, aunque en ocasiones puede ser inferior.

Cuando se instala una sola barra principal de tierra, desde ella se ha de derivar un conductor para cada servicio de ingeniería. Este conductor irá directamente desde la BPT hasta el local principal del servicio de ingeniería de que se trate, no permitiéndose la conexión del conductor de un servicio con el de otro en algún punto del recorrido de ambos, ni utilizar el conductor destinado a un servicio de ingeniería en otro servicio; las rutas de estos conductores han de ser lo más cortas y directas que sea posible. Se recomienda que la BPT esté ubicada en el local del cuadro general de distribución (CGD) eléctrica.

Cuando la configuración de la edificación y la ubicación de los locales principales de los distintos servicios de ingeniería no permitan la ubicación de una sola BPT, algunos servicios podrán tener su propia barra de tierra, a la que se conectarán directamente. En estos casos, cada barra de tierra se

ubicará en el local principal del servicio de ingeniería a que corresponda y será obligatorio que estén unidas equipotencialmente al sistema de tomas de tierra único.

### **5.17 Instalaciones de protección contra descargas eléctricas atmosféricas**

El montaje de estas instalaciones se hará de manera que esté asegurada su calidad en las condiciones ambientales adversas en que quedarán funcionando y estará formado por:

- elementos captadores
- bajantes
- derivadores a tierra

Para el diseño del sistema de dispositivos captadores se podrán utilizar, de forma separada o combinada, los métodos siguientes:

- esfera rodante;
- ángulo de protección;
- mallado o retícula;

En el diseño de los sistemas de protección contra el rayo se podrá optar por utilizar instalaciones aisladas o no aisladas del espacio a proteger, pudiendo disponerse el sistema de dispositivos captadores directamente sobre la cubierta, o con una pequeña separación, siempre que la corriente del rayo no produzca ningún daño. Para la determinación del volumen protegido contra el rayo sólo, se considerarán las dimensiones reales del sistema de dispositivos captadores.

#### **5.17.1 Puntas captadoras**

En calidad de elemento captador del rayo se puede utilizar todos aquellos elementos que pueden recibir el impacto directo del rayo, y permita su derivación a tierra.

Los elementos más comúnmente utilizados son las puntas Franklin (puntas simples), aunque pudieran utilizarse otros elementos.

Los pararrayos de gran radio de acción (PDC, ionizantes u otros) se montarán según las instrucciones de los fabricantes.

#### **5.17.2 Malla de conductores sobre la cubierta**

La malla de conductores sobre la cubierta se montará de manera que quede oculta de las visuales directas desde las áreas frecuentadas por los turistas, lo que también es aplicable a los conductores descendentes (bajantes).

El conductor de la malla sobre la cubierta se fijará en soportes que, a su vez, se fijarán de manera apropiada para no dañar el recubrimiento de la cubierta. El conductor debe quedar a 100 mm, aproximadamente sobre la cubierta.

La fijación del conductor (de cobre o de acero galvanizado) al soporte se hará por medio de grapas de tornillos, preferiblemente.

En la malla sobre la cubierta se pueden emplear o no puntas simples, ubicadas convenientemente para la captación de los rayos.

### 5.17.3 Bajantes

En el diseño de los sistemas de bajantes se utilizarán preferiblemente los aceros de refuerzo de la estructura (componentes naturales). Como componentes naturales de sistemas de bajantes se contemplarán los relacionados en la norma NC- IEC 62305.

En los sistemas de dispositivos captadores aislados de la edificación a proteger, se dispondrá de al menos un bajante de pararrayos por cada dispositivo captador si éste está formado por varillas colocadas sobre mástiles separados, si los mástiles son metálicos o existe una armadura de acero interconectada, no será necesaria la utilización de bajante suplementario; si el dispositivo captador está formado por conductores horizontales separados o por un solo conductor, será necesario al menos un bajante en el extremo de cada uno de los conductores; y si el dispositivo captador forma una malla de conductores, se necesitará al menos un bajante por cada estructura de apoyo.

En los sistemas de dispositivos captadores no aislados de la edificación a proteger, los bajantes serán distribuidos alrededor del perímetro del espacio a proteger, de forma tal que su separación media no sea superior a los valores que figuran en la norma NC -IEC 62305, debiendo colocarse al menos dos bajantes en todos los casos.

Los bajantes se fijarán firmemente a los elementos constructivos de la edificación por medio de piezas de alta resistencia a la corrosión.

Si se utilizaran sistemas de dispositivos captadores no aislados de la edificación a proteger conformados por pararrayos de radio de protección incrementado, los bajantes de los mismos cumplirán la normativa de origen de la tecnología, y en todos los casos se colocarán al menos dos bajantes cuando la altura de la edificación que protejan supere los 28 m de altura o cuando la proyección horizontal de un bajante sea mayor a su proyección vertical.

Si las condiciones exigen la colocación de al menos dos bajantes deberán realizarse sobre fachadas distintas, siempre que esto sea posible.

En cualquiera de las tecnologías de protección exterior contra el rayo que sea diseñada, se interconectarán los bajantes mediante conductores horizontales en anillo bajo el nivel del suelo, y por anillos adicionales a intervalos de cada 20 m de altura.

En el diseño de los sistemas de protección exterior contra el rayo aislados de la edificación a proteger, la distancia entre el sistema de bajantes y las instalaciones metálicas será superior a la distancia de seguridad especificada en la norma NC-IEC-62305.

En el diseño de los sistemas de protección exterior contra el rayo no aislados de la edificación a proteger, los bajantes se podrán instalar de la forma siguiente:

- si la pared está hecha a base de material no combustible, se podrán montar los bajantes directamente sobre la superficie de la pared, o empotrados en ella;
- si la pared está hecha de material inflamable, se podrán montar los bajantes directamente sobre la superficie de la pared, con tal que la elevación de temperatura debida a la circulación de la corriente de la descarga atmosférica no sea peligrosa para el material de la pared.
- si la pared está hecha de material inflamable y la elevación de temperatura de los bajantes es peligrosa, se colocarán los mismos de forma tal que la distancia entre ellos y el espacio a proteger

sea siempre superior a 0,1 m. Las piezas metálicas de montaje pueden estar en contacto con la pared.

Cada bajante antes de llegar a la toma de tierra será protegido contra eventuales choques mecánicos por medio de un tubo de protección hasta una altura de 2 m por encima del nivel del suelo. Se recomienda preferentemente la utilización de tubos metálicos abiertos para el logro de este objetivo.

Cuando esté prevista la colocación de bajantes, se ubicará al menos un contador de impactos de rayo en cada edificación protegida, éste debe estar instalado sobre el bajante más directo, por encima del tubo de protección si existiese, y en todos los casos aproximadamente sobre los 2 m por encima del nivel del suelo.

Deberá colocarse una unión de prueba en cada bajante (excepto en los naturales) en el punto de conexión a la toma de tierra. Esta unión debe estar apta para abrirse con ayuda de una herramienta para realizar mediciones, pero deberá estar cerrada en condiciones normales.

El número de fijaciones estará en dependencia de las características del sistema a instalar, las condiciones climatológicas y atmosféricas, y las condiciones particulares de la edificación a proteger; un número comúnmente aceptado bajo condiciones no críticas es de 1 fijación por metro, en tanto se recomiendan 3 fijaciones por metro cuando existen condiciones críticas en la instalación del sistema, como por ejemplo, edificios de gran altura, edificios donde la fuerza de los vientos es apreciable, o cuando el entorno ofrece cambios climatológicos bruscos; estas condiciones, y otras que deben estudiarse, favorecen la dilatación y contracción de los conductores, así como la falta de la tensión requerida en los mismos, que atentan contra el correcto estado técnico del sistema.

#### **5.17.4 Protección en el interior de las edificaciones**

La protección contra el rayo en el interior de las edificaciones será complementaria de la protección exterior de éstas y deberá garantizar la protección de:

- aparatos eléctricos;
- equipamientos electrónicos sensibles;
- instalaciones telefónicas, de redes, de procesamiento de datos; e
- instalaciones de supervisión, control, seguridad y protección;

A su vez, deberá ser diseñada acorde a la tensión residual esperada y con el grado de coordinación adecuada a cada zona de protección.

#### **5.18 Instalación del sistema de alimentación eléctrica estabilizada**

La alimentación eléctrica estabilizada se asegurará mediante el empleo de fuentes de alimentación ininterrumpibles (SAI –uninterrupted power supply), previéndose el empleo combinado de bancos centralizados de SAI de mediana o gran capacidad (entre 5 y 30 kVA) y de SAI individuales (como norma de entre 500 y 1500 VA) para uno o dos equipos informáticos.

La cantidad de bancos estará determinada por las características constructivas del hotel y las áreas de mayor concentración de equipamiento informático. Se garantizará que ante la salida de funcionamiento de 1 de las SAI de un banco, la otra pueda asumir la carga del equipamiento

conectado al mismo; en caso extremo, la falla total de uno de los bancos afectará sólo a una parte de los puestos de trabajo.

El cableado de la red de alimentación eléctrica estabilizada partirá desde cada banco de SAI y llegará a todos los locales y áreas donde se prevea la instalación de computadoras u otros medios informáticos, donde se habilitarán tomas dobles del tipo NEMA 6-20R (vivo, neutro y tierra), las que se identificarán de forma diferenciada al resto de las tomas eléctricas normales.

Los locales donde se ubiquen los bancos de SAI deben estar climatizados y pueden utilizarse para ello locales destinados a otros fines tecnológicos (p.ej. los de corrientes débiles). No obstante, en ningún caso los bancos de SAI se instalarán en locales donde se prevea el trabajo de personal de modo permanente, dado el nivel de ruido ambiental que los mismos generan.

En los bancos de SAI cada una de ellas deberá tener entrada a 230/400 Volts trifásica y salida con tres fases a 230 Volts; la carga a conectar deberá ser distribuida uniformemente entre cada fase. La alimentación a suministrar a los equipos será de 230 Volts con 60 Hz, por lo que los mismos se adquirirán con este requisito.

Las normas técnicas que deben respetarse para ejecutar el trabajo son las siguientes:

- La alimentación para cada banco de SAI debe ser suministrada por una línea independiente, que no tenga otra carga conectada.
- La fluctuación de la tensión para los equipos no podrá ser superior al 8 % por encima o por debajo del establecido como corriente estable de 230 voltios a 60 Hz.
- Deberá existir una tierra física certificada para la protección eléctrica a los equipos con parámetros inferiores o iguales a 4 Ohm, utilizándose una sola tierra física para todo el sistema.
- Los cables se distribuirán por falso techo o por canalizaciones a una distancia no inferior a 50 cm. del suelo.
- El tiempo de respaldo que debe asegurar cada banco de SAI debe ser de no menos de 30 minutos a plena carga.
- Para cada puesto de trabajo (configuración de computadora) a alimentar se preverán como mínimo 4 tomas estabilizadas, o sea, 2 tomas dobles del tipo NEMA 5-15R, considerando la necesidad de conectar el procesador, el monitor y hasta 2 periféricos, con excepción de las impresoras.
- Las impresoras de cualquier tipo no se conectarán a la red de alimentación estabilizada. La alimentación de las impresoras se realizará de la red eléctrica normal. Por tal razón, se preverá una toma normal cercana a la toma estabilizada de cada puesto de trabajo.
- La PGD que alimente a los bancos de SAI deberá estar conectada al grupo electrógeno de emergencia existente.
- Las tomas de alimentación estabilizada se ubicarán en cada local a una distancia no menor de 50 cm. del suelo.
- En aquellas oficinas y salones de reuniones donde no esté contemplado el uso permanente de medios informáticos se debe prever, no obstante, la instalación de 2 tomas dobles de alimentación estabilizada con el fin de posibilitar el empleo de dichos medios de forma eventual o permanente en un momento ulterior.

Para el cálculo de la capacidad de los bancos de SAI se considerarán 150 Watts de consumo por cada configuración completa de computadora. En el caso de los servidores se considerará un consumo promedio de 500 Watts.

Conjuntamente con los bancos de SAI se emplearán SAI individuales para asegurar la alimentación estabilizada de los puestos de trabajo que se encuentren en locales aislados y distantes de los locales de posible ubicación de los bancos centralizados.

El uso de SAI individuales es recomendable asimismo para la alimentación de equipos cuya ubicación puede ser variable.

Las SAI individuales que se utilicen deberán disponer de una entrada y 4 tomas de salida estabilizada a 220 Volts del tipo NEMA 5-15R; en caso necesario las SAI deberán complementarse con estabilizadores de tensión y su capacidad no debe ser menor de 500 VA.

## **6 Especificaciones básicas del equipamiento eléctrico**

### **6.1 Generalidades**

Todo el material eléctrico estará garantizado para operar a una frecuencia nominal de 60 Hz y estará diseñado de acuerdo con las recomendaciones vigentes de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC ) y estará respaldado por los certificados de pruebas que correspondan.

Cuando la IEC no disponga de la recomendación necesaria, se cumplirá con lo establecido por la norma VDE (Alemania) o UNE (España) aplicable.

Todo el material eléctrico estará tropicalizado, considerándose por tal las condiciones de diseño para un clima tropical húmedo, donde el factor determinante de daños al material eléctrico son los prolongados períodos de alta humedad.

Para las condiciones de Cuba se tomará en cuenta, para la tropicalización, la protección contra los peligros de corrosión microbiana y la contaminación ambiental por salinidad, así como una temperatura ambiente máxima de 40 °C.

Todo el material eléctrico debe ajustarse a la clasificación climática establecida en la NC 775-1.

Todo el material eléctrico estará diseñado con una protección eficaz contra esfuerzos y daños mecánicos, tomando en consideración las condiciones ambientales en que operan, tales como: calor, vapor, polvo, humedad, salpicaduras, intemperismo, vibraciones, atmósferas inflamables o explosivas y otras.

El material eléctrico estará diseñado para el grado de protección que se especifique en cada caso, cumpliéndose con los requisitos de las normas IEC 60 034-5, IEC 60 947-1 e IEC 60 529. Ver Tabla 13 para la codificación de los grados de protección.

En la instalación del material eléctrico se tendrá en cuenta proporcionar accesibilidad adecuada a los mismos para los trabajos de montaje, operación, inspección y mantenimiento.

Todo el material eléctrico estará diseñado para operar eficientemente dentro de una variación de  $\pm 10\%$  alrededor de su tensión especificada.

La placa de características de todo el material eléctrico que la requiera será de metal no ferroso o inoxidable.

Todo material que se especifique como galvanizado por inmersión en caliente tendrá un recubrimiento de zinc cuyo grosor no será menor de 70 micras para elementos que se monten en interiores y de 120 micras para elementos exteriores.

**Tabla 13 — Grado de protección de las envolventes del material eléctrico de baja tensión**

Primera cifra (A)				
Protección contra contactos eléctricos directos	Protección contra penetración cuerpos sólidos extraños	Denominación según		
		UNE 20324 IEC 60947-1 NF C 20-010	DIN 40050	VDE 0710
Ninguna protección	Ninguna protección	IP0BC	P0	-
Penetración mano	Cuerpos Ø > 50mm	IP1BC	P1	-
Penetración dedo	Cuerpos Ø > 12mm	IP2BC	-	-
Penetración dedo	Cuerpos Ø > 8mm	-	P2	-
Penetración herramientas	Cuerpos Ø > 2,5mm	IP3BC	-	-
Penetración herramientas	Cuerpos Ø > 1mm	IP4BC	P3	-
Protección total	Puede penetrar polvo en cantidad no perjudicial	IP5BC	P4	
Protección total	Protección total polvo	IP6BC	P5	

Segunda cifra (B)		Tercera cifra (C)			
Protección contra la penetración de líquidos	Denominación según			Protección contra daños mecánicos	
	UNE 20324 IEC 60947-1 NF C 20-010	DIN 40050	VDE 0710		
Ninguna protección	IPAO C	P-0	-	Ninguna protección	IPABO
Goteo vertical	IPAIC	P-1	-	Resistente a una energía de choque de 0,2225 J	IPAB1
Goteo desviado 15° de la vertical	IPA2C	-	-	-	-
Lluvia goteo desviado 30° de la vertical	-	P-2	-	-	-
Lluvia goteo desviado 60° de la vertical	IPA3C	-	-	Resistente a una energía de choque de 0,5 J	IPAB3
Salpicaduras Proyección de agua en cualquier dirección	IPA4C	P-3	-	-	-
Chorro de agua 0,3 kg/cm <sup>2</sup>	IPA5C	P-4		Resistente a una energía de choque de 2 J	IPAB5

Embate de mar. Chorro de agua 1 kg/cm <sup>2</sup>	IPA6C	-	-	-	-
Inmersión Agua a poca presión	IPA7C	P-5		Resistente a una energía de choque de 6 J	IPAB7
Material sumergible	IPA8C	-	-	-	-
-	-	-	-	Resistente a una energía de choque de 20 J	IPAB9

#### Codificación

(A) Primera cifra: Grado de protección de las personas contra contactos con partes en tensión o piezas en movimiento y de protección del material contra la penetración de cuerpos sólidos, extraños y polvo.

(B) Segunda cifra: Grado de protección del material contra la penetración de líquidos.

(C) Tercera cifra: Grado de protección del material contra los daños mecánicos

## 6.2 Subestaciones transformadoras

Las estaciones transformadoras pueden ser:

- integradas
- no integradas

### 6.2.1 Subestaciones transformadoras integradas

Las subestaciones integradas están compuestas por los siguientes elementos fundamentales:

- dispositivo de media tensión
- transformador de potencia;
- centro general de distribución de baja tensión.

Las subestaciones integradas se entregarán por el fabricante ensambladas en forma total, aunque en dependencia del tamaño de las mismas, se podrán entregar en una sola pieza o en dos.

El dispositivo de media tensión estará completamente cerrado por todas sus caras y sus características fundamentales se dan en el apartado 6.4.

Los transformadores de estas subestaciones serán del tipo seco, cuyas características fundamentales se dan en el apartado 6.5.

Los transformadores podrán ser del tipo en aceite cuando se encuentren instalados en locales separados del resto de los edificios de afluencia de público.

Las especificaciones fundamentales del centro general de distribución se brindan en 6.7.

### 6.2.2 Subestaciones transformadoras no integradas

Las subestaciones no integradas están compuestas por elementos que se montan separados y contiene los mismos elementos señalados 6.3,

Las especificaciones básicas de estos elementos se brindan en los apartados siguientes.

### 6.2.3 Grupos electrógenos de servicio propio

Ver Anexo 3,

La potencia nominal del grupo electrógeno corresponderá a las condiciones específicas del lugar de instalación, como temperatura máxima exterior e interior, humedad relativa, altura sobre el nivel del mar y demás condiciones que podrán ser ajustadas a partir de las referencias de la norma ISO 8528.

Cada grupo electrógeno estará compuesto por:

a) un motor diesel con las características siguientes:

- potencia declarada por el fabricante;
- potencia en HP adecuada para la entrega de la potencia requerida en kW del alternador;
- velocidad de giro: 1800 RPM;
- 4 tiempos.
- construcción en línea o en "V";
- enfriamiento por aire soplado o por agua, en dependencia de la potencia del grupo. Para grupos hasta 50 kW aproximadamente, se prefiere el enfriamiento por aire soplado. Para grupos mayores, el enfriamiento por agua podrá ser mediante radiador directamente acoplado o por radiador instalado remoto en el propio local del grupo, en dependencia de la potencia de éste o la; condiciones del local. Hasta 250 kW se prefiere el radiador directamente acoplado;
- turbocargador de aire fresco accionado por los gases de escape, a partir de grupos electrógenos de 100 kW;
- regulador de velocidad: mecánico, hidráulico, electromagnético o electrónico. Para grupos hasta 250 kW se preferirá el regulador mecánico.

b) un generador de C.A. acoplado elásticamente al motor diesel, con las siguientes características:

- alternador trifásico sincrónico autorregulado y auto excitado, sin escobillas (trifásico). Cuando la carga eléctrica de emergencia incluya motores de altas corrientes de arranque, se recomienda que la excitación sea a través de un transformador (compondaje);
- aislamiento clase "F" en rotor y estator, tropicalizado y contra humedad;
- rotor de polos salientes con devanado amortiguador;
- potencia continua especificada a un factor de potencia igual a 0,8 y 40°C de temperatura ambiente interior;
- esquema de conexiones: estrella con neutro accesible;
- tensión: 240/415 V ó 277/480 V (se especificará uno de ellos);
- conexión del neutro a tierra: se analizará en coordinación con el fabricante, la forma de conexión en función del valor de la corriente máxima de cortocircuito a tierra y las características electrodinámicas del alternador;
- frecuencia: 60 Hz a 1800 RPM;

- eliminación de interferencias: según VDE-0875;
- supresión de armónicas: según VDE-0530;
- ajuste de la tensión especificada:  $\pm 10 \%$
- porcentaje de desbalance permisible: 25 % a 30 %;
- regulador de tensión electrónico automático, hasta 2,5 % desde carga nula a carga nominal y variaciones de velocidad menores de 5 %;
- grado de protección IP-23.

#### **6.2.3.1 Sistema de arranque automático del grupo**

Todos los grupos electrógenos de arranque automático tendrán también la opción manual para su arranque y mando.

El tiempo de conexión automática del grupo será regulable.

Todos los grupos electrógenos serán de arranque eléctrico mediante baterías herméticas de ácido-plomo, con capacidad para 3 intentos de arranque de 10 segundos de duración cada uno, con intervalos de 6 s. Se dispondrá de una fuente de 230 V C.A./28 V C.D. para el sistema de carga de las baterías, con selector "red exterior/red de emergencia".

Los grupos electrógenos serán de arranque automático y transferencia también automática (con la posibilidad de transferencia manual) con un retardo intencional regulable.

Los grupos que se instalen en establecimientos de 3 estrellas y menos, podrán ser de arranque y transferencia manuales.

El montaje del grupo será sobre bastidor metálico, suspensión elástica entre grupo y bastidor y entre bastidor y piso para evitar transmisión de vibraciones al local donde se instale.

#### **6.2.3.2 Sistema de combustible del grupo electrógeno**

El tanque de uso diario de combustible podrá estar directamente incorporado en el grupo o podrá instalarse separadamente. Se prefiere, hasta una potencia de 150 kW aproximadamente, que el grupo se suministre con el tanque incorporado.

El tanque tendrá capacidad para 8 horas de operación continua y dispondrá de equipo de bombeo de operación manual y automática para su llenado, estando provisto de sondas de nivel, indicador visual de nivel, trampa de agua, válvula de drenaje y bomba de mano. El nivel inferior del tanque estará por encima del nivel de la entrada de la bomba de inyección del combustible del motor diesel.

#### **6.2.3.3 Sistema de precalentamiento del agua de enfriamiento del motor diesel**

Todos los grupos electrógenos, cualquiera que sea su potencia estarán provistos de un sistema de precalentamiento del agua de enfriamiento.

Estará compuesto por calefactores (heaters) controlados automáticamente por termostatos, para garantizar la temperatura y presión recomendadas por el fabricante a fin de obtener un arranque rápido a plena carga del grupo.

La tensión de los calefactores será 230 V C.A. monofásica y se alimentarán desde el cuadro de control del grupo.

Cuando el sistema de tensión del grupo sea 277/480 V, se instalará en el cuadro de control un transformador seco con tensión secundaria de 230 V C.A. para el suministro de energía eléctrica a los calefactores.

#### **6.2.3.4 Cuadro indicador del motor diesel**

Comprenderá, como mínimo, lo siguiente:

- manómetro que indique presión de aceite a la salida del filtro;
- manómetro que indique la presión de agua refrigerante, cuando el radiador esté remoto;
- termómetro que indique la temperatura del aire de sobrealimentación, para grupos mayores de 50 kW;
- manómetro que indique la presión del combustible;
- tacómetro (velocidad de giro del motor);
- termómetro que indique la temperatura de agua de enfriamiento;
- señal de alarma de baja presión de aceite;
- señal de alarma de alta temperatura del agua.

#### **6.2.3.5 Sistema de refrigeración del motor diesel**

Los radiadores de este sistema serán diseñados para una temperatura ambiente de 40°C en el exterior y una temperatura máxima de 45°C en el interior del local. Los radiadores para la refrigeración del motor diesel serán del tipo panel y su ventilador irá acoplado al eje del motor mediante correas, no así cuando estos se instalen remotos, en que serán accionados por motor eléctrico alimentado por el alternador del propio grupo.

#### **6.2.3.6 Atenuadores de relajación de ruido**

En aquéllos establecimientos de alojamiento donde la ubicación del bloque energético esté en las cercanías del área habitacional, se tendrá en cuenta la instalación de atenuadores de relajación de ruido en la entrada de aire de la sala de máquinas y a la salida. En estos casos, el motor del radiador deberá contemplar en su eficiencia el obstáculo que ofrece el atenuador.

#### **6.2.3.7 Sistema de escape de los gases del motor diesel**

Estará compuesto por dos silenciadores de escape para ser instalados como sigue: uno dentro de la sala de máquinas y otro en el exterior, para garantizar el nivel de ruido menor que 65 dBA en la octava banda a 7 metros de la fuente emisora del ruido.

Todo el sistema de escape será suministrado con su aislamiento térmico y con todos sus componentes y accesorios para el montaje.

### 6.2.3.8 Características del panel eléctrico del grupo electrógeno

La construcción de los cubículos del panel será del tipo auto soportado, con plancha de metal de 1,5 mm de espesor, con puerta frontal con bisagras y cerraduras de seguridad, con acceso posterior al aparellaje, con dispositivos para izaje y acceso para entrada y salida de cables por su parte inferior para montar sobre el piso.

Tendrá un sistema de barras de cobre adecuado a la potencia del grupo.

El panel de mando tendrá:

- en la parte de potencia, un disyuntor tetrapolar de la capacidad nominal correspondiente a la potencia del grupo, con protección termo magnética y capacidad interruptiva adecuada. En dependencia de la potencia del grupo, el disyuntor podrá ser de caja moldeada o de aire. Hasta 630 A se recomienda el empleo de disyuntores de caja moldeada. La protección térmica tendrá ajuste regulable con 3 transformadores de corriente y barras auxiliares de interconexión.
- en la parte de medición, todos los instrumentos y equipos que se relacionan a continuación:
  - 1 voltímetro (hierro móvil)
  - 1 conmutador de voltímetro
  - amperímetros de hierro móvil para conexión a transformadores de corriente
  - 1 kilowatímetro
  - 1 frecuencímetro
  - 1 contador de horas
  - 1 voltímetro de tensión de baterías
  - 1 amperímetro del cargador automático
- Lo anterior puede ejecutarse mediante un instrumento integrador que registre los parámetros antes mencionados.

En la parte de control y protección, un transformador de control de 230 V C.A. (cuando el grupo sea de 277/480 V), un cargador electrónico automático para las baterías del sistema de arranque y un sistema de automatismo para el grupo que incluirá todos los relés, reguladores, vigilante de tensión del generador, potenciómetros y accionamientos auxiliares (tales como: mando de resistencia de calefacción del agua del motor, mando de la bomba de trasiego de combustible auto/manual, pilotos luminosos de estado y otros componentes que se requieren para complementar la operación del grupo).

- alarmas por:
  - baja presión de aceite;
  - alta temperatura del agua;
  - fallo de arranque;
  - sobre velocidad;
  - parada de emergencia;
  - por sobrecargas;
  - bajo nivel de aceite;

- alta temperatura del aceite lubricante;
- bajo nivel de combustible.
- alarmas lumínicas y acústicas y operación de las protecciones, que actuarán como sigue:
  - Baja presión de aceite:
    - Primer paso: señalización lumínica y acústica.
    - Segundo paso: apertura del interruptor automático del alternador, parada del motor diesel, señalización lumínica y acústica.
  - Alta temperatura del agua:
    - Primer paso: señalización lumínica y acústica.
    - Segundo paso: apertura del interruptor automático del alternador parada del motor diesel, señalización lumínica y acústica.
  - Falla en el arranque:
    - Señalización lumínica y acústica.
  - Sobre velocidad:
    - Señalización lumínica y acústica.
    - Apertura del interruptor del alternador.
    - Parada del motor diesel.
  - Parada de emergencia:
    - Dará las señales siguientes:
      - Apertura del interruptor automático del alternador.
      - Parada del motor diesel.
      - Señalización lumínica y acústica.
  - Sobrecarga:
    - Señalización lumínica y acústica.
    - Apertura del interruptor.
  - Bajo nivel de aceite:
    - Dará señalización lumínica y acústica.
  - Alta temperatura del aceite:
    - Dará señalización lumínica y acústica.
  - Bajo nivel de combustible:
    - Dará señalización lumínica y acústica.

#### **6.2.3.9 Interruptor transferencial automático**

Este interruptor estará formado por dos disyuntores automáticos tetrapolares del tipo caja moldeada, motorizados, o por dos contactores tetrapolares. En ambos casos poseerán enclavamientos mecánicos y eléctricos y podrán operar también de forma manual.

Si el transferencial se conforma con interruptores automáticos, deben ser del tipo fijo o extraíble (plug-in), y se deberá mantener uno en reserva. Si se conforma con contactores, deberá preverse un transferencial manual con seccionadores caja moldeada con enclavamientos mecánicos y también enclavados por candado. Estos seccionadores, tipo CAM (contacto avanzado a la maniobra), dispondrán de un contacto basculante que bloquee eléctricamente la operación de los contactores K1 y K2 de manera que excluya el trabajo en paralelo del G.E.E. con el SEN. Ver figuras 18 y 19.

Hasta 400 A de capacidad, los transferenciales pueden estar conformados por interruptores automáticos o por contactores, por encima de este valor será con interruptores automáticos.

#### **6.2.3.10 Cables de interconexión del grupo y su panel**

Los cables de potencia serán del tipo flexible de cobre, con aislamiento y cubierta de PVC 70° C hasta 1 kV, incluyendo el conductor neutro y la sección de los mismos se determinará de acuerdo a la potencia del alternador.

El número de cables en paralelo por fase no deberá exceder de tres.

Los terminales serán del tipo de prensar cables y se corresponderán con los calibres de los cables empleados.

Los cables de control entre el grupo y el panel serán del tipo extra flexible, con aislamiento y cubierta de PVC hasta 600 V y se conectarán mediante regletas identificadas al efecto en ambos extremos y los calibres serán determinados de acuerdo con el suministrador del grupo.

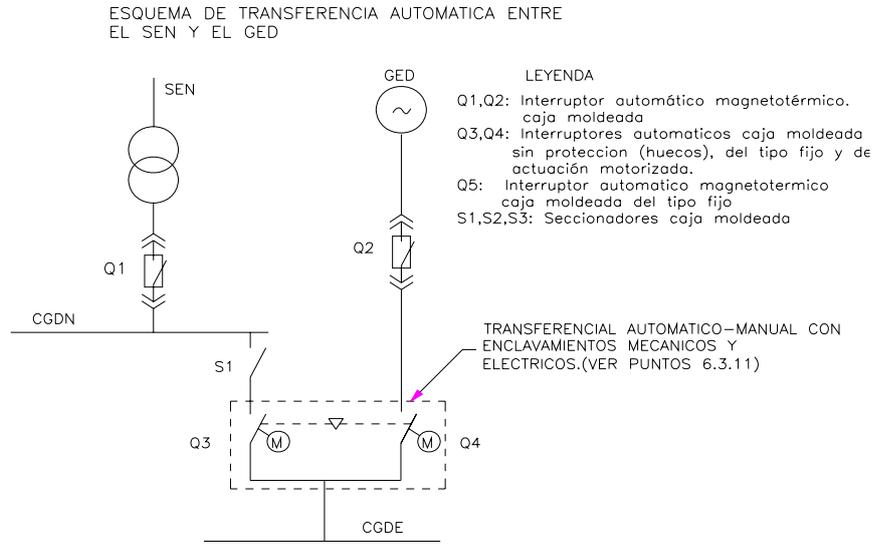
Los cables a usar entre las baterías y el circuito de arranque del motor diesel serán de la clase 5 flexible, con la sección y longitud adecuada de acuerdo a la disposición de los equipos agregados del grupo electrógeno.

#### **6.2.3.11 Pintura del grupo y panel eléctrico**

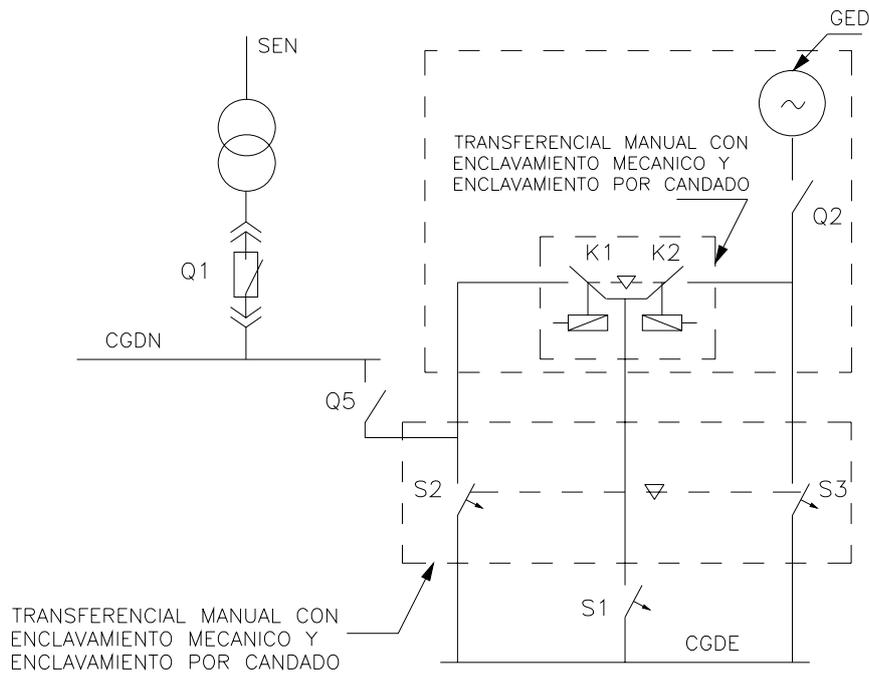
Tendrán doble capa de protección anticorrosiva para condiciones salinas y alta temperatura, terminación con pintura epóxica polimerizada de 60-100 micras de espesor y secado en horno continuo a 60° C.

Color preferido: gris claro RAL-7032 o similar.

Los paneles llevarán un esquema mímico en su parte frontal y se rotularán para indicar la función de cada componente.



**Figura 18 — Transferencial automático conformado por disyuntores**



**NOTA:**

Los seccionadores S2 y S3 dispondrán de un contacto basculante tipo CAM que bloquee eléctricamente la operación de los contactores K1 y K2, para evitar la operación en paralelo.

**Figura 19 — Transferencial automático conformado por contactores**

### 6.2.3.12 Modo de operación

Condiciones de operación con servicio normal del SEN:

- tensión de la red: Nominal  $\pm 10\%$
- frecuencia: Nominal  $\pm 1\%$
- número de fases activas: 3

Concepto de fallas del suministro normal:

- pérdida total de tensión en las 3 fases.
- pérdida total de tensión en 1 o 2 fases.
- caída de tensión de más del 25 % en condiciones transitorias (más de 3 s).
- caída de tensión de más de 15 % en condiciones no transitorias (más de 300 s).

El sistema de control del grupo dispondrá de sensores ajustables para ordenar el comienzo de la operación de arrancada y entrada en operación del grupo electrógeno, en caso de ocurrir uno cualquiera de los eventos enumerados anteriormente.

Para los estados 1, 2 y 3, el tiempo de reacción del sensor deberá ser ajustable entre 0 y 10 s.

Para el estado 4, el tiempo de reacción será ajustable entre 0 y 300 s.

El intervalo total desde el inicio de la operación de arrancada del grupo electrógeno y su entrada en operación no debe exceder de 10 s.

### 6.2.3.13 Operación automática del grupo

Al producirse la señal de arrancada por el sensor del sistema de control del grupo se producirán los siguientes pasos en secuencia:

- arrancada del grupo electrógeno y aceleración hasta alcanzar las condiciones normales de tensión y frecuencia;
- entrada en servicio del grupo.

Si al iniciarse la arrancada automática del grupo éste no logra arrancar, será sometido automáticamente a un segundo intento de 8 s de duración. En caso de no arrancar en el segundo intento, después de un lapso de 8 s se realizará también automáticamente un tercer y último intento, también de 8 s, al cabo del cual se dará la alarma acústica y visual correspondiente, si no inicia la marcha. Si el grupo logra arrancar en el segundo o tercer intento, entrará en servicio automáticamente al alcanzar los valores correctos de tensión y frecuencia, debiendo asumir también automáticamente la carga.

El sistema de control del grupo debe ofrecer las siguientes posibilidades:

- arrancada automática del grupo y entrada en servicio.
- operación, totalmente manual del grupo, comprendiendo arrancada, entrada en servicio y salida.

- realización, con carácter de prueba en vacío, de todas las operaciones manuales y automáticas enumeradas sin afectar el servicio normal.

Para todas las condiciones de operación activa, una vez que se produce el retorno de la energía en la red exterior a sus valores normales de tensión y frecuencia, el transferencial automático actuará con un retardo ajustable entre 5-10 minutos pasando a la posición de operación normal al término de ese período.

El grupo electrógeno continuará funcionando en vacío por un tiempo ajustable entre 15-30 minutos hasta su parada definitiva. No obstante, en caso de producirse un nuevo fallo de la red pública durante el proceso de parada, este debe ser anulado y el grupo podrá entrar en servicio inmediatamente.

Las desviaciones de los valores normales de tensión entre fases y respecto a tierra serán detectadas mediante una unidad supervisora que actuará sobre los dispositivos de señalización y acción cuando sea necesario. Al punto neutro de la red solamente se conectará el correspondiente de la unidad supervisora.

### **6.3 Dispositivos para media tensión (hasta 34,5 kV)**

Las características de las celdas de media tensión son aplicables en el caso de que el suministro de energía eléctrica sea hasta 34.5 kV, tanto para celdas de subestaciones integrales como para aquellas subestaciones compuestas por elementos independientes.

En las subestaciones transformadoras, los dispositivos de conmutación de media tensión estarán ubicados en celdas, para garantizar de esta manera una mayor seguridad al personal que los ha de operar y obtener que las dimensiones del local eléctrico principal sean menores.

Se podrán utilizar celdas del tipo no extraíble, en dependencia de la fundamentación técnico-económica:

- celda con interruptor-seccionador (A);
- celda con interruptor y fusibles acoplados (B);
- celda con disyuntor (interruptor automático)(C);
- celda con seccionador de barra (D).
- celda de medida (E)

#### **6.3.1 Celda con interruptor-seccionador (A)**

Este desconectivo será de acción conjunta de las tres fases y será para operar sin carga. Tendrá dispositivo para la detección de tensión eléctrica y poseerá un seccionador de puesta a tierra. Su diseño garantizará que las operaciones siguientes se hagan adecuadamente:

- para poder abrir el seccionador (A), han de estar abiertos: los interruptores (B) que controlan la carga y cualquier otro seccionador (A) que conecta una carga a la propia barra.
- para poder cerrar el seccionador (A), ha de estar abierto el seccionador de puesta a tierra y, además, cerrada la puerta de la celda.
- para poder cerrar el seccionador de puesta a tierra, ha de estar abierto el seccionador (A).

- para poder abrir la puerta de la celda, ha de estar abierto el seccionador correspondiente y cerrado el seccionador de puesta a tierra.

Características eléctricas del seccionador:

- tensión especificada de 15 a 17,5-24-36 kV
- intensidad especificada no mayor de 630A
- sobre intensidad dinámica no menor de 40 kA
- intensidad de corta duración (1 s) no menor de 16 kA

Características eléctricas del seccionador de puesta a tierra:

- tensión especificada de (15-17,5-24-36) kV
- sobre intensidad dinámica no menor de 40 kA
- intensidad de corta duración (1 s) no menor de 16 kA
- poder de cierre contra cortocircuito no menor de 50 kA

### 6.3.2 Celda con interruptor y fusibles acoplados (B)

Este interruptor será de acción conjunta de las tres fases y será para operar con carga. Tendrá la celda un dispositivo para la detección de tensión eléctrica, seccionador de puesta a tierra, tres fusibles de alta capacidad interruptiva y los pararrayos se deben colocar a la entrada, en las celdas de línea. Su diseño garantizará adecuadamente las operaciones siguientes:

- para poder cerrar el interruptor (B), la puerta ha de estar cerrada y abierto el seccionador de puesta a tierra.
- para poder cerrar el seccionador de puesta a tierra, ha de estar abierto el interruptor (B).
- para poder abrir la puerta, el seccionador (A) y el interruptor (B) han de estar desconectados y el seccionador de puesta a tierra, cerrado.

Características eléctricas del interruptor:

- tensión especificada de (15 -17,5 -24-36) kV
- intensidad especificada no mayor de 630 A
- sobre intensidad dinámica no menor de 40 kA
- intensidad de corta duración (1 s) no menor de 16 kA
- poder de cierre contra cortocircuitos no menor de 40 kA
- poder de corte con carga principalmente activa ( $\cos \phi = 0,7$ ) no mayor de 400 A

Características eléctricas de los fusibles

- tensión especificada de (15-17,5- 24-36) kV
- intensidad especificada según potencia del transformador
- capacidad interruptiva no menor de 300 MVA

- |                                       |                             |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| - corriente mínima de fusión          | 2,5. $I_n$                  |
| - pérdida de potencia                 | 90 W - 130 W                |
| - capacidad de ruptura en combinación | interruptor- fusibles 20 kA |

Características eléctricas del seccionador de puesta en tierra:

Igual a las del seccionador de puesta a tierra especificado anteriormente.

### 6.3.3 Celda con disyuntor (interruptor automático)(C)

En la celda con disyuntor (C) se podrán utilizar disyuntores de pequeño contenido de aceite, de aire estático con soplo magnético, de vacío o de SF<sub>6</sub> lo que se determinará mediante una comparación técnico-económica. Las celdas satisfarán los requisitos siguientes:

- habrá un sistema de seguridad entre el cubículo de la celda y el carro extraíble, para que éste no se pueda extraer ni introducir cuando el mecanismo de los contactos interiores está en posición de cerrado.
- habrá dispositivos que impidan cerrar el mecanismo de los contactos interiores en tanto no esté establecido contacto pleno entre las partes móviles en el carro y los contactos fijos en el cubículo.
- habrá dispositivos que permitan efectuar las operaciones de apertura y cierre sin energía eléctrica y tensionar el muelle por medios mecánicos.
- el carro extraíble tendrá un dispositivo de conexión a tierra con el cubículo de la celda, dispuesto de forma que el contacto con tierra se mantenga hasta que estén completamente desconectados los contactos activos entre el carro y el cubículo.
- habrá extensiones para el circuito de control que permitan realizar pruebas en el carro fuera del cubículo.
- para evitar accidentes personales, los contactos fijos en el cubículo quedarán protegidos por una cortina aislante cuando el carro esté extraído del cubículo.
- el accionamiento del disyuntor se hará por medio del motor y muelle.
- la tensión de accionamiento será 230 V C.D., la que se obtendrá mediante un sistema de rectificación alimentado por un pequeño transformador ubicado dentro del cubículo de la celda y conectado a la entrada del alimentador de MT. En caso de avería, el disyuntor accionará mediante capacitores previamente cargados. El transformador mencionado será monofásico, embebido en resina epoxídica y con una potencia no mayor de 3 kVA.
- la celda tendrá 3 transformadores de corriente con aislamiento tipo seco, devanados de cobre y corriente secundaria de 5 A. Se utilizarán dos núcleos, uno con clase 1,0 para medición y otro con clase 3,0 para protección; para este último, los valores de saturación se seleccionarán de acuerdo con las corrientes de cortocircuito calculadas.
- los circuitos secundarios de los transformadores de corriente tendrán dispositivos que permitan cortocircuitar dichos circuitos cuando haya necesidad de trabajar en los instrumentos o relés.

- el alambrado se realizará con cable flexible de cobre, con aislamiento no propagador de la llama y una sección no menor de 1,5 mm<sup>2</sup>.
- la celda estará provista de un amperímetro con selector, montados ambos en la cara frontal de la celda, en forma empotrada.
- cuando en la celda hayan dos secciones de barra, se deberá adoptar una protección que garantice una alta sensibilidad:
  - protección diferencial longitudinal simplificada, por hilo piloto, o
  - sobrecorriente direccional.

en el primer caso se preverá el cable telefónico correspondiente y en el segundo, una celda adicional con los transformadores de tensión.
- el sistema de control, protección y señalización será local, en la propia celda. Se señalarán las posiciones de abierto y cerrado del disyuntor y las operaciones por falla.
- habrá protección de falla a tierra para evitar fallos entre el transformador y el C.G.D.

#### Características técnicas del disyuntor:

- tipo pequeño volumen de aceite, de aire estático con soplo magnético, de vacío o de SF<sub>6</sub>
- mecanismo de accionamiento motor y muelle
- montaje interior
- tensión especificada (15-24-36) kV
- tensión de trabajo (13,2-13,8-34,5) kV
- corriente especificada 630 A
- frecuencia nominal 60 Hz
- capacidad interruptiva especificada ≥ 350 MVA
- Intensidad de corta duración (3 s) 12,5/16/20 kA
- corriente interruptiva máxima especificada 12,5/16/20 kA  
(Capacidad de ruptura)
- corriente momentánea especificada. 20 kA
- corriente especificada de corta duración 40 kA
- corriente de cierre contra cortocircuito 40 kA
- tiempo especificado de interrupción ≤ 0,1 s
- nivel básico de aislamiento (BIL) 95 kV
- ciclo normal de operación 0 - 3 min. CO
- tensión especificada de control 230 V C.D.

### 6.3.4 Celda con seccionador de barra (D)

En la celda con seccionador de barra (D), el seccionador de enlace de barra será un desconectivo de acción conjunta de las 3 fases para operar sin carga. Tendrá dispositivos de detección de tensión eléctrica y dos seccionadores de puesta a tierra, cada uno correspondiente a una sección de la barra.

Su diseño permitirá garantizar las operaciones siguientes:

- para poder operar el seccionador (D) han de estar abiertos el seccionador (A) y el interruptor (B) correspondiente a la sección desenergizada, al igual que los dos seccionadores de puesta a tierra de la propia celda (D).
- para dar mantenimiento en una de las secciones de la barra, ha de estar cerrado el seccionador de puesta a tierra correspondiente en la celda (D) a la sección en mantenimiento, operación que se hará después que estén abiertos el seccionador de enlace de la barra y los seccionadores de las celdas (A) y (B) de la propia sección en mantenimiento.
- para poder abrir la puerta de la celda (D) ha de estar abierto el seccionador de enlace de barra, los seccionadores de las celdas (A) y (B) de ambas secciones de la barra y los dos seccionadores de puesta a tierra de la propia celda (D).

Características eléctricas del interruptor:

- tensión especificada de (15-17,5- 24-36) kV
- intensidad especificada no mayor de 400 A
- sobre intensidad dinámica no menor de 40 kA
- intensidad de corta duración (1 s) no menor de 16 kA

Características de los seccionadores de puesta a tierra:

- tensión especificada de (15 -17,5-24-36) kV
- sobre intensidad dinámica no menor de 40 kA
- intensidad de corta duración (1 s) no menor de 16 kA
- poder de cierre contra cortocircuitos no menor de 40 kA

El grado de protección de todas las celdas será IP-4 BC.

Las celdas estarán provistas de barras de cobre aisladas en todo su recorrido y serán capaces de soportar los esfuerzos dinámicos y térmicos para el cortocircuito máximo. El aislamiento de las barras activas tendrá color negro.

Las conexiones a las celdas se harán por su parte inferior por medio de cables. En las subestaciones de tipo integrado, la conexión puede ser de otra forma.

### 6.3.5 Requisitos constructivos de las celdas

Las celdas estarán cubiertas por chapas de acero en todas sus caras, incluyendo el piso, preservadas contra la corrosión, pintadas por medios electrostáticos y secadas al horno. El color de la pintura, del acabado final será gris claro (RAL 7032).

Las celdas de los extremos tendrán atornilladas las tapas de sus caras laterales exteriores.

Las celdas (A) y (B) y (D) estarán divididas en dos secciones, una superior que contiene el juego de barras y otra inferior con las cámaras de corte, cables y otros elementos. La mayor parte de estos últimos elementos estarán montados sobre el carro extraíble cuando así sea especificado.

La celda (C) tendrá los elementos de protección y medición separados de la parte de fuerza y el recorrido de los cables de control dentro de la celda debe garantizar la integridad de los mismos contra posibles daños. Tendrá puerta abisagrada por el frente y tapas atornilladas por el fondo, aunque también podrá tener dos puertas abisagradas por el fondo.

Las conexiones a las celdas se realizarán por su parte inferior por medio de cables.

Se prefiere que el acceso a los elementos en el interior de la celda sea por la parte frontal de ésta. Todas las celdas de media tensión cumplirán con lo establecido en las normas IEC 60 129, IEC 60 265-1, IEC 60 282, IEC 60 298, IEC 60 056 e IEC 60 694.

### 6.4 Transformadores de potencia

Estos equipos podrán ser del tipo seco o sumergido en aceite.

Serán capaces de llevar su potencia especificada a regímenes continuos de trabajo, con un aumento de temperatura no mayor de 60° C sobre una temperatura ambiente de 40° C; en el punto más caliente, el aumento de temperatura no será mayor de 65° C.

Tendrán, por el lado de alta tensión, dos derivaciones de 2,5 % por encima y dos por debajo ( $\pm 2 \times 2,5 \%$ ) de la tensión especificada.

El grupo de conexiones de los transformadores será  $\Delta Y_n - 11$ .

Cumplirán con las normas IEC 60 076 (en las partes que correspondan), IEC 60 354, IEC 60 551, IEC 60 076-8, IEC 60 726.

#### 6.4.1 Transformadores de potencia del tipo sumergido en aceite

Los transformadores serán del tipo tanque con núcleos y devanados sumergidos en aceite, tendrán ventilación natural por convección de aceite, de tres fases, instalación en interiores. Tendrán los siguientes accesorios:

- orejillas de izaje;
- indicador de nivel de aceite;
- termómetro indicador remoto por resistencia, 2 contactos (alarma y disparo);
- relé de gas Buchholz (2 contactos);

- base con ruedas de cambio de dirección;
- tubo de expulsión de gases;
- cambiador manual de derivaciones para operar desenergizado;
- deshidratador (sílica gel);
- válvula inferior para drenaje;
- placa de características.

#### **6.4.1.1 Aisladores de paso (bushings)**

Los aisladores de paso estarán instalados en la parte superior del tanque y tendrán accesorios para conexiones a cables o barras, según se requiera; de manera que:

- por el primario tendrá tres aisladores.
- las bridas metálicas para la sujeción de los aisladores no tendrán continuidad magnética cuando las corrientes de fase sean mayores de 500 A.
- los aisladores, tanto del primario como del secundario, tendrán juntas para la correcta hermeticidad del tanque.

#### **6.4.1.2 Tanque**

El tanque y la cubierta de cada transformador serán de planchas de acero de bajo carbono, adecuadas para soldarse. Todas las costuras serán soldadas y, donde sea posible, doblemente soldadas.

La tapa será de fijación por tornillos recubiertos de protección anticorrosiva y tendrá orejas para el izaje de la misma junto con el núcleo y devanados del transformador, cuando se requiera extraer los mismos.

Para trasladar el transformador en sentido longitudinal y lateral, la base estará equipada con vigas de acero planas y ruedas regulables. Para trabajos de montaje o cambios de dirección deben preverse superficies de apoyo adecuadas para el levantamiento con dispositivos hidráulicos.

El tanque tendrá orejas hacia la mitad de su distancia por dos lados opuestos, con el fin de remolcarlo, utilizando el fabricante lugares adecuados, de forma que esto no implique introducir nuevas piezas estructurales y en su parte inferior se instalarán válvulas con rosca para conexión de mangueras de drenaje y extracción de muestras de aceite. Además en la parte inferior del tanque se fijarán dos conectores de cobre estañado, en calidad de bornes de tierra.

#### **6.4.1.3 Placas de características**

Estas placas contarán con las especificaciones siguientes:

- tensión especificada, devanados primario y secundario (kV);
- frecuencia (Hz);
- fases (3);
- impedancia de cortocircuito (Z %);

- corriente especificada para devanados primario y secundario (A);
- potencia especificada (kVA);
- temperatura ambiente y de operación;
- grupo de conexiones;
- diagrama desarrollado de los devanados primario y secundario, indicando el número de derivaciones;
- tensión especificada en cada una de las derivaciones;

#### **6.4.1.4 Radiadores** (de ser necesarios)

Se garantizará que, con el 5 % de los radiadores obstruidos de forma que por ellos no pueda circular el aceite, se asegure la operación normal del transformador y estarán diseñados para resistir las condiciones de presión especificadas para el tanque.

#### **6.4.1.5 Tanque conservador** (de ser necesario)

Tendrá instalado un indicador de nivel. Este indicador de nivel será de cristal graduado con protección metálica, con la representación de los diferentes niveles del tanque e indicación del nivel a 25° C y estará provisto de respiradero con deshidratador de sales de calcio, con su cajuela protectora de tela metálica y sello de aceite.

#### **6.4.1.6 Tubo de expulsión de gases** (cuando sea necesario).

El tubo de expulsión debe sobrepasar el nivel del aceite en unos 150 mm, teniendo forma de periscopio.

#### **6.4.1.7 Relé de gases Buchholz**

Se instalará en transformadores con potencia de 250 kVA o mayores y tendrá dos contactos, uno para señalización y otro para protección.

#### **6.4.1.8 Indicador de temperatura**

Tendrá un contacto mecánico para indicar la máxima temperatura alcanzada y otro independiente para el circuito de alarma.

#### **6.4.1.9 Núcleo**

Será de acero eléctrico al silicio, laminado en frío de alto grado no sujeta a envejecimiento, de las pérdidas por histéresis y alta permeabilidad.

Los elementos del núcleo se dispondrán de tal manera que formen una sola pieza estructural, con resistencia mecánica para proteger los devanados en operaciones de embarque, mantenimiento o cortocircuitos.

Estarán conectados a tierra para evitar potenciales electrostáticos y sus yugos o abrazaderas serán de hierro y no de madera.

#### 6.4.1.10 Devanados

Los transformadores tendrán devanados de cobre. Los devanados tendrán la necesaria rigidez mecánica para resistir los esfuerzos causados por las corrientes simétricas de cortocircuito durante 3 s sin que se produzcan daños de ningún tipo.

#### 6.4.1.11 Aceite

El aceite será del tipo mineral puro, obtenido por destilación fraccionaria del petróleo. No deberá contener humedad o cualquier impureza en cantidades que afecten sus cualidades aislantes o refrigerantes.

#### 6.4.1.12 Transformadores de (100, 160, 250, 400, 630, 800 y 1000) kVA

- el valor de la impedancia de cortocircuito deberá ser:

- hasta 630 kVA	4%
- mayores de 630 kVA	6%

Con una tolerancia hasta del 7,5 % sobre estos valores.
- los valores de pérdidas máximas admisibles serán los siguientes:
  - pérdidas sin carga en % de la potencia especificada: 0,4%
  - pérdidas de cortocircuito en % de la potencia especificada: 0,2%
- las tolerancias admisibles sobre los valores expuestos son:
  - para pérdidas sin carga: 10%
  - para pérdidas totales: 6%
- el valor de la corriente de excitación en por ciento de la corriente especificada debe estar entre 2,5 y 3,5 % con una tolerancia del 15 % de los valores indicados.

#### 6.4.2 Transformadores de potencia de tipo seco

Estos transformadores tendrán devanados de cobre, núcleo de acero-silicio laminado en frío de alta permeabilidad magnética, bajas pérdidas y aumento permisible de temperatura de 55°C en su punto más caliente sobre una temperatura ambiente de 40°C.

Las bobinas de los devanados estarán impregnadas al vacío con barniz no higroscópico que las selle perfectamente contra la humedad.

Estarán diseñados para montaje en interiores.

Los transformadores tipo seco destinados al suministro de energía eléctrica para fines de iluminación y cargas eventuales (tomacorrientes), instalados en forma descentralizada, serán trifásicos, y estarán provistos de una caja metálica que contendrá dentro de ella todos los elementos del transformador, la que tendrá un borne de tierra para la conexión de dicha caja a tierra (mínimo IP-20).

En este caso, el transformador tendrá como mínimo dos derivaciones por el lado primario, cada una del cinco por ciento (una por arriba y otra por debajo de la tensión especificada,  $\pm 5\%$ ).

Se recomienda que la potencia especificada de los transformadores tipo seco no sea mayor de 63 kVA, por razones de manipulación dado su peso, y tendrán las siguientes tensiones especificadas:

- en el lado primario, 480 V en conexión delta.
- en el lado secundario 240/415 V en conexión estrella, con el punto neutro accesible.

Se aclara que estos transformadores se utilizarán excepcionalmente cuando la tensión de suministro de MT del SEN se transforma a 277/480 V para alimentar consumidores de fuerza de 460 V (fundamentalmente, el sistema centralizado de aire acondicionado).

Los transformadores de potencia tipo seco que no correspondan a iluminación y cargas eventuales serán aquéllos que se destinan a la subestación transformadora principal y tendrán las características dadas a continuación.

- todos sus elementos componentes han de estar contenidos dentro, de una caja metálica o celda.
- tendrán como mínimo, en el lado primario, las derivaciones siguientes: dos por encima de la tensión especificada, cada una del 2,5 % y dos similares por debajo  $\pm 2 \times 2,5\%$ .
- no se establece o recomienda limitación alguna en cuanto su potencia en kVA.
- serán trifásicos, con las tensiones especificadas siguientes:
  - en el lado primario, de MT en conexión delta.
  - en el lado secundario, la conexión siempre será en estrella con el neutro accesible y podrá tener las tensiones 240/415 V ó 277/480V en dependencia de la que se determina en particular para cada establecimiento de alojamiento.

Los transformadores tipo seco cumplirán con la norma IEC 60 726.

#### **6.4.2.1 Transformadores separadores de seguridad (doble aislamiento)**

Estos transformadores tendrán devanados de cobre y podrán ser monofásicos ó trifásicos, en dependencia de su aplicación según el proyecto. Sus tensiones especificadas dependerán asimismo del proyecto, pero el lado primario siempre será de baja tensión.

Estos transformadores cumplirán con lo establecido en la norma IEC 60 742.

#### **6.4.2.2 Transformadores de control**

Serán transformadores monofásicos con devanados de cobre, cuyas características fundamentales coinciden con las señaladas en el apartado 6.4.2.

Sus tensiones especificadas pueden ser:

- en el lado primario, 460 ó 400 V
- en el lado secundario, 230, 115 ó 24 V

## 6.5 Centro general de distribución de baja tensión (CGD)

Los Centros generales de distribución de baja tensión (CGD / BT) pueden ser dispositivos para instalar en locales interiores o a la intemperie, formando parte de las Subestaciones Integradas.

### 6.5.1 CGD / BT para interiores

Los CGD son dispositivos compuestos por módulos denominados celdas o cubículos, cubiertos por chapas de acero en cada una de sus caras, incluyendo el piso y la cubierta, preservados contra las corrosiones pintadas por medios electrostáticos y secados al horno. El color de la pintura del terminado (acabado) final será gris claro RAL 7032.

Estarán diseñados con un grado de protección IP-21 como mínimo y serán de Clase I. Las aberturas para la ventilación estarán cerradas con malla de 1 mm de trama.

El piso y la cubierta tendrán una abertura de dimensión suficiente, o más de una, cubierta por una tapa de chapa metálica que se atornilla al piso o cubierta. Estas tapas tienen el objetivo de poder hacer con facilidad los ponches (knock-outs) necesarios para el pase de los conductores.

Todas las puertas estarán provistas de juntas que garanticen su sellaje para evitar la penetración del polvo y el agua, y tendrán cables extraflexibles para su conexión a tierra.

Las puertas que tengan instrumentos instalados estarán alambradas con cables extraflexibles.

Estará construido de forma que permita un fácil acceso a sus elementos de protección, control, barras, aisladores, piezas de ajustes y otros, para garantizar con seguridad los trabajos de montaje, ajuste y mantenimiento.

Cuando se empleen Subestaciones Integradas, con el CGD incorporado a la misma, deberá cumplir con el grado de protección necesario para su conservación, (IP-55 mínimo).

El número de barras del CGD y sus características se especifican a continuación.

El CGD tendrá 5 barras: 3 para las fases; 1 para el neutro (N) y 1 para la protección (PE).

En los casos excepcionales en que la tensión de la barra no sea 240/415 V:

- cuando la tensión sea 480 V, el CGD tendrá 4 barras: 3 para las fases y 1 para la protección (PEN) según la clasificación de la IEC.
- cuando la tensión sea 120/208 V, el CGD tendrá su barra principal compuesta de la misma forma que cuando la tensión es 240/415 V.

Las barras activas serán de cobre y podrán estar o no recubiertas con aislamiento en toda su longitud, prefiriéndose las recubiertas. La barra PE de protección no tendrá aislamiento.

Las barras, tengan aislamiento o no, se identificarán por medio de:

- un símbolo gráfico, o
- una notación alfanumérica, o
- colores, según lo establecido por las normas 60 445, 60 446 y 60 757 de la IEC.

Cuando se identifiquen por colores se procederá como sigue:

- la barra de protección tendrá una combinación bicolor verde-amarillo, mediante franjas alternas de igual ancho, variable desde 15 mm hasta 100 mm, sin separación entre las franjas, dispuestas a todo lo largo de la barra. Si se emplea cinta adhesiva, se aplicará únicamente una cinta bicolor.
- la barra de neutro estará cubierta en toda su longitud por una cinta o franja de color azul claro, de 15 mm a 100 mm de ancho,
- para las barras restantes se prefiere el color negro. Si hubiera que diferenciarlas se adoptaría el código siguiente:
  - Fase A negro
  - Fase B carmelita claro
  - Fase C rojo

La barra alimentada desde el secundario *de* un transformador no estará seccionada y su capacidad (A) será al menos igual a la corriente nominal secundaria del transformador. Cuando hay dos transformadores dispuestos según un esquema de secundario selectivo, cada barra tendrá una capacidad (A) no menor de 1,40 veces la corriente especificada secundaria de un transformador.

#### 6.5.1.2 Mediciones eléctricas en los CGD

Las mediciones eléctricas se podrán hacer por medio de:

- un panel electrónico digital, o
- instrumentos convencionales.

Cuando se emplee un panel electrónico digital, este proporcionará las mediciones siguientes:

- tensión (V) en cada fase,
- corriente (A) en cada fase,
- frecuencia (Hz),
- potencia activa (kW),
- potencia aparente (kVA),
- potencia reactiva (kVAr)
- factor de potencia ( $\cos \phi$ ),
- energía eléctrica (MWh),
- demanda máxima de potencia activa (kW máx),
- demanda máxima de potencia aparente (kVA máx),
- demanda máxima de corriente (A máx),
- valor mínimo de tensión (V mín),
- valor mínimo de factor de potencia ( $\cos \phi$  mín),
- valor máximo de corriente (A máx),

Los Centros Generales de Distribución de los hoteles de 4 y 5 estrellas deberán ser capaces de comunicarse con el Sistema Supervisor Central del hotel, utilizando un protocolo RS485 (red Medbus/Jbus). La información mínima a ser transmitida será la siguiente:

- estado técnico del transformador
- posición de los interruptores principales y el enlace
- mediciones (P, Q, EA, ER, V, I, F, armónicos)
- disponibilidad del Grupo Electrógeno

Cuando se empleen instrumentos convencionales, estos serán: metro indicador de potencia (kW); voltímetro, con selector de fase; amperímetro, con selector de fase; metro de factor de potencia ( $\cos \phi$ ).

**NOTAS:**

- a) El registro del consumo de energía eléctrica (kWh) se hará por la UNE del MINBAS, de manera que en ningún caso el CGD contendrá el dispositivo para este tipo de medición. Para la medición, la UNE del MINBAS montará un panel eléctrico independiente en el propio local eléctrico principal en que estará instalado el CGD.
- b) El metro de kW será del tipo electrodinámico, de 3 elementos y se permite el empleo de lectura digital.
- c) El voltímetro y amperímetro serán del tipo hierro móvil, para medición en las 3 fases. Se permite lectura digital.
- d) Los elementos de corriente serán para 5 A y los de tensión, para conexión directa.
- e) La escala del instrumento será seleccionada de forma tal que las lecturas normales caigan en el segundo cuadrante de la misma aproximadamente a la mitad de dicho cuadrante.
- f) Se prefiere que todos los instrumentos sean de 96 x 96 mm y del mismo fabricante.
- g) Los instrumentos se montarán empotrados a ras (flush mounting) en una de las puertas del CGD, preferiblemente en la que corresponde a la celda de entrada del suministro de baja tensión. Se prefiere que estén ubicados en un compartimiento independiente en dicha celda, con su puerta también independiente. Se acepta que se monten interiormente siempre que: se tenga una visión directa de sus escalas desde el exterior o se tenga inmediato acceso a ellos al abrir la puerta.
- h) En cualquier caso, como medida de seguridad durante los trabajos de inspección y mantenimiento, los instrumentos se instalarán convenientemente separados de los elementos energizados de los circuitos de fuerza.
- i) La clase de precisión de los instrumentos será 1.5 en todos los casos.

Los circuitos de corriente para medición y protección, tendrán bloques de prueba para cortocircuitar los transformadores cuando haya necesidad de trabajar en los instrumentos. En algunos casos se podrá cumplir este requisito poniendo el selector del amperímetro en posición cero.

El alambrado se realizará con cables flexibles de cobre con aislamiento incombustible. Las secciones mínimas permitidas serán:

- para fuerza, elementos de corriente de circuitos de medición y protección: 2,5 mm<sup>2</sup>.
- para iluminación: 1,0 mm<sup>2</sup>.
- para control, señalización, elementos de potencial de circuitos de medición, y protección: 1,0 mm<sup>2</sup>.

Las interconexiones entre equipos, elementos de control e instrumentos se harán mediante borneras de terminales con las identificaciones en correspondencia con los planos de conexiones.

En los casos de elementos de control montados sobre una misma puerta, se podrá hacer la interconexión entre ellos directamente.

Los transformadores de corriente serán encapsulados en resina, tendrán devanados de cobre y corriente secundaria de 5A. Cuando en los circuitos intervengan elementos de medición y protección, se utilizarán transformadores de dos núcleos, con las precisiones siguientes:

- para medición, Clase 1;
- para protección, Clase 3.

Para las protecciones de sobrecorriente, los valores de saturación de los núcleos se seleccionarán de acuerdo a los valores de las corrientes máximas de cortocircuito.

Cuando los transformadores de corriente se usen para mediciones con fines de facturación, su clase será 0.5.

Los Circuitos de control serán a 230 V C.A., y cada circuito tendrá su protección independiente.

#### **6.5.1.3 Interruptores automáticos**

Los interruptores automáticos de entrada y el enlace entre las secciones de la barra del CGD serán preferiblemente de potencia (de aire con soplo magnético) con ejecución seccionable pudiendo ser en ocasiones del tipo de caja moldeada cuando los transformadores de potencia del establecimiento son de 250 kVA y menos.

Los interruptores automáticos para los circuitos de salida del CGD serán preferentemente de caja moldeada.

Los interruptores automáticos cumplirán con lo establecido en la norma IEC-60947 partes 1 y 2.

El CGD tendrá espacios vacíos en calidad de reserva, para la instalación de circuitos alimentadores nuevos de requerirse.

Los CGD cumplirán con lo establecido en la norma IEC 60 439-1 y los interruptores con la IEC 60947-2.

#### **6.5.1.4 Interruptores automáticos de potencia (IAP)**

Los IAP serán de 3 polos, sobre bastidor, con ejecución seccionable que dé la posibilidad de 3 posiciones: CERRADO-PRUEBA-DESCONECTADO. Su panel de mando y operación quedará montado a ras con la superficie frontal del cubículo donde se ubique, de forma que se tenga acceso a sus medios de mando y operación cuando la puerta del panel está cerrada.

Los IAP dispondrán de las protecciones siguientes contra las sobre corrientes en el polo de cada fase:

- a) sobrecorriente de tiempo largo inverso (I1) ajustable.
  - de 0,5-1,0 It, para la magnitud que provoca su operación;
  - con un retardo de 1-30 s para el tiempo.
- b) sobrecorriente de tiempo corto (I2) ajustable.

- de 2-8 It, para la magnitud que provoca su operación;
  - con un retardo de 0,1-0,5 s para el tiempo.
- c) sobrecorriente instantánea (I3), fija o ajustable para la magnitud que provoca su operación.
- fija, 10 kA; 20 kA; 30 kA; 40 kA
  - ajustable 2-12 It.
- d) sobrecorriente de fase a tierra (I4) ajustable.
- de 0,2-1,0 It, para la magnitud que provoca su operación;
  - con un retardo de 0,1-0,5 s para el tiempo.

**NOTAS**

1. La protección instantánea de sobrecorriente puede omitirse cuando se requiere selectividad máxima y los conductores e interruptores automáticos pueden soportar (por sus secciones y estabilidad dinámica, respectivamente) la corriente de cortocircuito durante el tiempo de retardo a que quede graduada la protección de sobrecorriente de tiempo corto.
2. Los valores de ajuste, tanto de la magnitud que provoca la operación como del tiempo de retardo, pueden diferir ligeramente de un fabricante a otro, por lo que se han dado valores que son indicativos para el conocimiento de las posibilidades que brindan estos interruptores. En la documentación de diseño de la instalación eléctrica se definirán con exactitud los ajustes correspondientes a las distintas protecciones.
3. Se ha denominado It a la corriente primaria especificada del transformador de corriente que está montado en cada polo del IAP, la que puede diferir de la corriente especificada Iu del interruptor.

Los IAP responderán también a las siguientes protecciones, que son externas a ellos:

- a) protección contra la pérdida de la tensión eléctrica en cualquiera de las fases, con tiempo de retardo ajustable en un intervalo de 0-5 s;
- b) protección contra las depresiones de la tensión eléctrica (tensión mínima), ajustable en un intervalo de 0,7-0,9 de la tensión nominal de la instalación eléctrica y con tiempo de retardo ajustable en un intervalo de 0-15 min;
- c) protección contra las sobretensiones eléctricas, ajustable en un intervalo de 1,05-1,15 de la tensión nominal de la instalación eléctrica y con tiempo de retardo ajustable en un intervalo de 0-15 min.

**NOTA** Estas protecciones se dispondrán en cada sección de la barra del CGD, dando la orden de apertura a la bobina de disparo remoto (shunt trip) del interruptor de entrada correspondiente.

Los IAP han de tener, así mismo, las características siguientes:

- su accionamiento ha de ser por muelle, con opción de carga mediante un motor cuando se justifique, el que será de tipo universal de 230 V, 60 Hz;
- dispondrá de medios para hacer manualmente la apertura y el cierre, sin necesidad de energía eléctrica;
- un indicador en panel frontal señalará si el IAP está en la posición de CERRADO, PRUEBA o DESCONECTADO;
- un dispositivo de conexión a tierra con la celda o cubículo, para que se mantenga un contacto con tierra una vez que el IAP está desconectado y va a ser extraído;

- un enclavamiento mecánico que impida la extracción del IAP cuando este se encuentre en la posición de CERRADO;
- un enclavamiento mecánico que impida abrir la puerta cuando el IAP está en la posición de CERRADO. La puerta se abrirá solo cuando el IAP esté DESCONECTADO;
- cortinas (shutters) aislantes que aíslan automáticamente los contactos fijos cuando el IAP está extraído;
- candado que garantice mantener el IAP en la posición deseada (CERRADO, DESCONECTADO);
- contactos auxiliares de reserva, 5 normalmente abiertos (NA) y 5 normalmente cerrados (NC).

#### 6.5.1.5 Interruptores automáticos de caja moldeada (IACM)

Los IACM serán de 3 polos, en ejecución:

- extraíbles (plug-in) para corrientes especificadas lu hasta 630 A;
- seccionables (draw-out) para corrientes especificadas lu de 800 A y mayores.

Podrán ser selectivos o limitadores, estos últimos para esquemas de protección en cascada.

Los IACM selectivos dispondrán de las protecciones siguientes contra las sobre corrientes:

- sobrecorriente de tiempo largo inverso (I1):
  - con la magnitud que provoca su operación fija o ajustable en un intervalo de 0,5- 1,0 s de su corriente especificada;
  - con el retardo de tiempo dependiente del ajuste de I1 o ajustable en un intervalo de 3-30 s.
- sobrecorriente de tiempo corto (I2), fija o ajustable en un intervalo de 1,5-0,8 de lu con un tiempo de retardo fijo;
- sobrecorriente instantánea (I3), fija o ajustable en un intervalo de 1,5-10,0 de lu con un tiempo fijo de retardo;
- sobrecorriente de fase a tierra (I4) ajustable.
  - en un intervalo de 0,3-0,7 de lu para la magnitud que provoca su operación;
  - con un retardo de 0,1-0,2 s para el tiempo.

Esta posición de falla a tierra se empleará excepcionalmente en los IACM de salida del CGD, solo cuando lo requiera el diseño de la instalación eléctrica y para todos los interruptores con corriente asignada mayor o igual a 1000A.

Los IACM limitadores dispondrán de las protecciones siguientes contra las sobre corrientes:

- Sobrecorriente de tiempo largo inverso (I1), ajustable en un intervalo de 0,8-1,0 de lu;
- Sobrecorriente instantánea (I3), ajustable en un intervalo de 5-10 de lu.

**NOTA** Los interruptores limitadores comienzan a funcionar con su característica limitadora de la energía pasante ( $I^2t$ ) cuando la corriente de cortocircuito sobrepasa en 25 veces el valor de la corriente especificada del interruptor.

### 6.5.2 Centros de control de motores (CCM)

Los CCM cumplirán los requisitos establecidos para el CGD, correspondientes al CCM.

Todo CCM estará provisto de los instrumentos de mediciones eléctricas siguientes:

- Voltímetro, con selector de fase;
- Amperímetro, con selector de fase.

Son aplicables las notas que aparecen en el apartado 6.5.1.2 referidas a cuando se empleen instrumentos convencionales.

Son aplicables, así mismo a los CCM que sean 230 V C.A., y cada circuito tendrá su protección independiente. Y que cumplan lo especificado en el apartado 6.5.1.3.

Por razones de seguridad, cuando el circuito alimentador de un CCM provenga de un disyuntor en el CGD al que no puede ponerse un candado y enclavarlo así en la posición de desconectado, se dispondrá en el CCM un seccionador general cuya corriente especificada guardará correspondencia con la demanda máxima calculada para el CCM.

Los CCM dispondrán de un interruptor automático de caja moldeada en cada uno de sus circuitos alimentadores (de entrada) al igual que en cada uno de sus circuitos de salida.

Los interruptores de entrada podrán ser no automáticos en un esquema de protección selectiva en que exista dificultad para establecer los escalones de selectividad entre los distintos interruptores automáticos que componen una cadena de protección radial.

Los interruptores automáticos de entrada podrán ser selectivos, de tipo estándar o limitadores, estos últimos cuando se emplee un sistema de protección en cascada. Los interruptores selectivos y los limitadores tendrán características como las establecidas en el apartado 6.5.1.4, mientras que los interruptores de tipo estándar serán preferiblemente de ejecución para montaje fijo y dispondrán de las protecciones siguientes:

- sobrecorriente de tiempo largo inverso (I1), fija o ajustable en un intervalo de 0,8-1,0 de Iu;
- sobrecorriente instantánea (I3), fija o ajustable en un intervalo de 5-10 de Iu.

Los interruptores automáticos de salida podrán ser del tipo estándar o limitador, con el empleo de este último cuando las corrientes de cortocircuito no puedan ser soportadas por, los conductores de los circuitos terminales, por su pequeña sección (mm<sup>2</sup>).

Se emplearán con preferencia los interruptores automáticos modulares (con curva D o curva K) sobre los de caja moldeada, siempre que sea factible, dado que los modulares tienen características intrínsecas de limitadores. (ver Anexo L)

Los interruptores automáticos estarán provistos de un contacto auxiliar que permita abrir el circuito de la bobina del arranque de un motor, cuando dicha bobina tenga una alimentación independiente del circuito del motor.

La ejecución de todo CCM se hará de manera que cada circuito de salida (circuito terminal) disponga de un compartimento individual, el que podrá ser fijo o extraíble, preferentemente el primero.

Cada compartimento de un CCM tendrá en su cara frontal montados los botones –pulsadores que correspondan para el arranque y parada de los motores, así como las lámparas indicadoras necesarias. Estas últimas serán de 24 V C.A. y dispondrán de la resistencia adecuada para reducir la tensión de 230 V a 24 V C.A.

Todo CCM tendrá espacios vacíos en calidad de reserva para la instalación de circuitos terminales nuevos que se requieran.

**NOTA** En los casos que la tensión del CCM no sea 230/400 V:

1. Cuando la tensión del CCM sea 460 V, se proveerá un transformador de control para energizar las bobinas de los contactores electromagnéticos, relés auxiliares y otros circuitos que no sean los de fuerza, en cuyo caso este transformador tendrá las tensiones siguientes:
  - primario, 460 V 5 %.
  - secundario, 230 V.
2. Cuando la tensión del CCM sea 120/208 V, los circuitos de control se proveerán a una de estas tensiones.

Los CCM cumplirán con lo establecido en la norma IEC 60 439 y los interruptores automáticos, con la IEC 60 947 partes 1 y 2.

### **6.5.3 Capacitores y bancos de capacitores**

Deben cumplir con la Norma de Capacitadores en derivación para redes de corriente alternativa de BT IEC 60871.

#### **6.5.3.1 Capacitores**

Serán unidades individuales en cajas metálicas cerradas y con las características siguientes:

- cada unidad será trifásica, conectada en delta.
- la caja metálica estará sellada y quedará en contacto directo con el aire de ventilación, en tanto que las partes energizadas, barras conectoras, fusibles y otras estarán contenidas en una sección a prueba de polvo dentro de la propia caja.
- la caja metálica tendrá terminales en su cubierta o tapa para la conexión de los conductores que unirán al capacitor con el circuito correspondiente.
- la caja estará provista en su parte exterior de un borne de tierra del tipo presión, para la puesta a tierra.
- el dieléctrico será del tipo polipropileno y las láminas de papel metálico, o sea, el tipo designado como "papel metalizado plástico". Se acepta el tipo de láminas metálicas y papel, con líquido impregnante.

- cada unidad individual tendrá dentro de su caja una resistencia de descarga para reducir la tensión a 50 V o menos transcurrido un minuto de abierto el circuito.
- serán de 460 V o de 400 V, en dependencia de la tensión del circuito en que se conectarán.

#### 6.5.3.1 Bancos de capacitores

Los bancos de capacitores tendrán las características siguientes:

- a) Estarán montados en forma integral con todos sus componentes ensamblados en fábrica y colocados dentro de un gabinete o celda, con una sección destinada a los capacitores y otra a los equipos de medición y control.
- b) Su control ha de ser automático y permitirá, asimismo, la opción de su operación de forma manual.
- c) El equipo de regulación automática del factor de potencia:
  - operará al detectar las variaciones de la potencia reactiva en el punto de conexión del banco;
  - operará por pasos, desconectándose todos los capacitores si falla el suministro de energía eléctrica y, al restablecerse el suministro, procederá a conectarlos nuevamente paso por paso;
  - tendrá, preferentemente, un elemento de medición de estado sólido.
- d) El gabinete o celda cumplirá con los requisitos establecidos en el apartado **6.5.1**.
- e) Contará con medidor del factor de potencia ( $\cos \phi$ ).
- f) El diseño de los capacitores cumplirá con la norma NC 19-02-25 y con la norma IEC 60 871 en las partes que corresponda. Los bancos de capacitores cumplirán, además, la norma IEC 60 439 en las partes que le correspondan.

#### 6.5.4 Centros de distribución de fuerza (CDF)

Cada CDF estará formado por un gabinete de chapa de acero, con puerta (o puertas) abisagrada y un cierre, que podrá ser o no con llave. El gabinete estará preservado contra la corrosión, pintado por medios electrostáticos y secado al horno. El color de la pintura final (acabado) será gris claro, RAL 7032. El gabinete corresponderá a la Clase 1, por lo que tendrá un terminal del tipo de presión para la conexión del conductor PE de protección (tierra), colocado por su parte interior.

El gabinete puede ser plástico, en todos los casos las envolventes de los equipos eléctricos deberán estar calculadas para que la temperatura de operación no sobrepase los 500 C y para no sobrepasar la capacidad máxima de disipación del panel.

El gabinete estará diseñado para montajes en locales interiores, con un grado de protección IP-21. Las aberturas para la ventilación, de haberlas, estarán cubiertas con una malla de 1 mm de trama. Tendrán, además, características como las señaladas en el apartado 6.5 que le correspondan al CDF.

Tendrán 5 barras: 3 para las fases; 1 para el neutro (N) y 1 para la protección (PE).

Cada CDF tendrá un interruptor automático en su circuito alimentador (de entrada) y en cada uno de sus circuitos de salida.

El interruptor de entrada podrá ser no automático en un esquema de protección selectiva en que exista dificultad para establecer los escalones de selectividad entre los distintos interruptores automáticos que componen una cadena de protección radial.

Los interruptores automáticos dispondrán de elementos térmicos, para la protección contra las corrientes de sobrecarga y de elementos electromagnéticos, para la protección contra las corrientes de cortocircuito.

Los interruptores automáticos de entrada podrán ser selectivos, de tipo estándar o limitadores, estos últimos cuando se emplee un sistema de protección en cascada. Los interruptores selectivos y los limitadores tendrán características como las establecidas en el apartado 6.5.1.4, mientras que los interruptores de tipo estándar serán preferiblemente de ejecución para montaje fijo y dispondrán de las protecciones siguientes:

- sobrecorriente de tiempo largo inverso (I1), fija o ajustable en un intervalo de 0,8-1,0 de lu;
- sobrecorriente instantánea (I3), fija o ajustable en un intervalo de 5-10 de lu.

Los interruptores automáticos de los circuitos de salida del CDF serán del tipo estándar o limitador, con el empleo de este último cuando las corrientes de cortocircuito no puedan ser soportadas por los conductores de los circuitos terminales, por su pequeña sección (mm<sup>2</sup>).

Se emplearán con preferencia los interruptores automáticos modulares (con curva D o curva K) sobre los de caja moldeada, siempre que sea factible, dado que los modulares tienen características intrínsecas de limitadores.

Todo CDF tendrá interruptores automáticos en calidad de reserva, recomendándose que su número no sea inferior al 10 % del total de interruptores.

### 6.5.5 Paneles eléctricos

Dentro de esta denominación están incluidos los paneles para:

- fuerza (PF)
- iluminación (PI)
- tomacorrientes (PT)
- alojamientos (PH), colocados en habitaciones, suites, bungaloes y cabañas.

Los paneles eléctricos cumplirán con lo establecido en el apartado 6.5.4, aunque se prefiere que el gabinete esté hecho de un material plástico que sea auto extingible y resistente al impacto. Además debe estar provisto de puerta y ceradura en los locales accesibles a personal no calificado.

El circuito de entrada de cada uno de estos paneles tendrá interruptores IACM o interruptores IAM.

Los circuitos de salida de estos paneles estarán protegidos mediante interruptores automáticos de ejecución modular (IAM), siempre que la magnitud de la carga lo permita. Estos IAM serán de 240/415 V, 60 Hz.

Los PF tendrán interruptores automáticos modulares tripolares, en tanto que los PI y PT tendrán los IAM preferentemente monopolares, de las corrientes especificadas siguientes:

- en los PI de 20 A;
- en los PT de: 20 A; 30 A; 40 A.

El panel PH tendrá IAM monopolares de corriente especificada no menor de 10 A.

Los paneles PF, PI y PT tendrán en calidad de reserva, un número de interruptores no inferior al 10 % del total en el panel. El PH no tendrá IAM de reserva.

#### 6.5.5.1 Interruptores automáticos modulares (IAM)

Ver Anexo L

Características técnicas generales:

- |  |   |
|--|---|
| • tensión especificada                                   | 240/415 V, 60 Hz  |
| • corriente especificada                                 | 20; 32; 40; 63 A  |
| • número de polos  | 1; 3  |
| • curva de comportamiento                                | A, B, C, D, K, MA, Z (Ver anexo 7)  |
| • elementos de disparo                                   | Térmicos y magnéticos   |
| • número de maniobras                                    | Mínimo de 10000   |
| • forma de montaje                                       | A presión sobre perfil simétrico de 35 mm (DIN 46277/3 o EN 50022)  |
| • accesorios (los que sean necesarios según el proyecto) | <ul style="list-style-type: none"> <li>– contactos auxiliares (hasta 3 NA o NC o combinación)</li> <li>– contacto de señalización de disparo</li> <li>– dispositivo de enclavamiento</li> <li>– bobina de disparo remoto (220 V;60 Hz)</li> <li>– sensor diferencial de fuga a tierra (30, 100 ó 300 mA, con retardo de 30 ms y 100 ms, o sin retardo)</li> </ul> |
| • ancho normalizado por polo                             | 17,5 mm   |
| • conexionado  | Por bornes para cables hasta 16 mm <sup>2</sup>   |

#### 6.5.5.2 Poder de corte

El poder de corte se especificará de acuerdo a la norma IEC 60 947-2

Poder de corte para una tensión de 240/415 v				
Corriente especificada In del IAM				
	30/32 A	40/63 A	20/32 A	40/63 A
	Según normas del grupo I		Según normas del grupo II	
a	15 kA	10 kA	6 kA	6 kA
b	25 kA	15 kA	10 kA	10 kA

**NOTAS**

1. Los valores que corresponden al grupo I están especificados para las normativas de un ciclo de prueba como sigue: APERTURA; PAUSA; CIERRE-APERTURA (o sea A-CA).
2. Los valores que corresponden al grupo II están especificados para las normativas de un ciclo de prueba como sigue: APERTURA; PAUSA; CIERRE-APERTURA, PAUSA; CIERRE-APERTURA (o sea A-CA-CA).
3. Los IAM se seleccionarán según los valores del poder de corte dados para el grupo I.
4. El poder de corte del IAM se podrá especificar tanto para aquellos con curva U como los de curva K.

Todos los paneles eléctricos deberán ser comprobados con su régimen térmico, estableciéndose en general lo siguiente:

- paneles modulares de material plástico, no tendrán interruptores de entrada mayores de 100 A.
- paneles de fuerza metálicos de adosar a pared, de profundidad menor o igual a 300mm, no tendrán interruptores de entrada mayores de 400 A.
- el resto de los paneles eléctricos serán comprobados mediante los cálculos de gestión térmica correspondientes, implementándose las medidas de ventilación que sean necesarias para que la temperatura interior no sobrepase los 400C y en los terminales de los aparatos no sobrepase los 600C.

**6.5.5.2 Interruptores diferenciales (ID)**

Los interruptores diferenciales instalados en los paneles de habitación (PH) tendrán las características siguientes:

- tensión especificada 240 V, 60 Hz
- corriente especificada 25 A
- sensibilidad 30 mA
- tiempo de disparo 30 ms
- número de polos 2
- número de maniobras Mínimo de 10000
- ancho normalizado 35 mm
- conexionado Por bornes para cables hasta 24 mm<sup>2</sup>

Los interruptores diferenciales cumplirán con la norma CEE 27 y la UNE 20383. Ver Anexo I.

### **6.5.6 Contactores y arranques magnéticos**

#### **6.5.6.1 Contactores magnéticos**

Los contactores magnéticos serán tripolares, con contactos de capacidad interruptiva no menor de 10 veces su corriente especificada y la tensión de operación de la bobina será de 220 - 230 V C.A.

Cerrarán sus contactos cuando se les aplique una tensión mínima igual al 85 % de la tensión especificada y, después de cerrados, no los abrirá hasta que la tensión eléctrica aplicada baje hasta un valor de 65 % de la especificada.

Tendrán no menos de dos contactos auxiliares intercambiables, normalmente abiertos (NA) a normalmente cerrados (NC).

Satisfarán los requisitos de la norma IEC 60 947-4-1.

#### **6.5.6.2 Arranques magnéticos**

Los arranques magnéticos tendrán un relé térmico para proteger el motor y su circuito contra sobrecargas, de 3 elementos y con compensación de temperatura, desconectando al motor en el caso de falta de tensión en una cualquiera de las fases.

Cada elemento térmico tendrá un contacto NC o el relé tendrá un solo contacto NC en una barra común sobre la que actúan los elementos térmicos de las tres fases.

En casos determinados, el relé podrá tener un contacto NA para señalar sobrecorriente.

Los contactores tendrán las características dadas en el apartado 6.5.6.1 anterior.

Los arranques a tensión reducida serán del tipo "estrella-delta" utilizándose preferentemente el diseño de transición cerrada y el pardwinding.

Los arranques a plena tensión cumplirán con lo establecido en la norma IEC 60 947-4-1.

#### **6.5.6.3 Lámparas señalizadoras y accesorios de control**

Las lámparas indicadoras pueden ser a 24, 115 y 230 V C.A., en dependencia de la tensión de control.

El receptáculo de cada lámpara será para instalación empotrada y estará provisto de la resistencia adecuada para disminuir la tensión a 24 V. Serán, preferentemente, para instalar en ponches de 25 mm de diámetro en la chapa de centros y paneles.

Los lentes de los receptáculos de las lámparas indicadoras de circuitos de motores tendrán los colores siguientes:

- verde, para motor funcionando;
- rojo, para motor parado.

Se podrán utilizar otros colores para indicar otras condiciones.

Todos los accesorios de control (botones, selectores) instalados en paneles y centros serán del tipo para montaje empotrado y la corriente especificada de sus contactos no será menor de 6 A a 220 V C.A. - 230 V C.A.

Los botones pulsadores serán, preferentemente, para instalar en ponches de 25mm de diámetro practicados en la chapa de paneles y centros.

## 6.6 Motores eléctricos

En la generalidad de los casos los motores serán de inducción, jaula de ardilla, torque normal, devanado de cobre y aislamiento con las siguientes características:

- Temperatura del medio ambiente: 40 °C.
- Sobre-temperatura límite: 80 °C.
- Sobre-temperatura límite en el punto más caliente: 90 °C.

Este tipo de aislamiento se ajusta a la Clase B de la Norma VDE 0530. El aislamiento de los componentes de los motores será de tal tipo, que su forma de entrega original no requiera de trabajos adicionales en su lugar de instalación, tales como terminaciones o largos tiempos de secado.

La temperatura máxima de la Clase B es 130° C, estos materiales están compuestos fundamentalmente a base de poliéster y polimídicos aglutinados.

Las tensiones de los motores eléctricos serán como se especifica a continuación:

- Motores monofásicos; 230 V C.A.
- Motores trifásicos:
  - 400 V C.A., para arranque a tensión plena (directo a la línea).
  - 400 V C.A., para arranque a tensión reducida por el método estrella-delta.
  - 460 V C.A., para arranque a tensión plena (directo a la línea).

Los terminales de las conexiones internas estarán accesibles en las cajas de conexiones, para facilitar las mediciones del aislamiento entre fases y entre fase y tierra.

El grado de protección de los motores eléctricos será comúnmente IP 43. Para montaje al exterior serán IP 54. En otras áreas en que el motor pueda quedar sometido a limpieza mediante chorros de agua, como en la cocina, el grado del motor será IP 55. En el interior de las cajas de conexiones se proveerán terminales para la conexión a tierra (Clase I).

Las cajas de conexiones de los motores tendrán una amplitud adecuada para la conexión de los cables; y los ponches o agujeros en las mismas tendrán diámetros adecuados a los accesorios para la instalación de cables ó tuberías utilizados.

Se instalarán elementos de calefacción en aquellos motores en que, por su importancia y por las condiciones de trabajo (tales como tiempo de parado, ambiente, temperatura, y otros) se justifique y apruebe en la documentación de proyecto.

Estos elementos de calefacción serán monofásicos, 230 V C.A., con conexión automática a través del disyuntor o arrancador magnético del motor cuándo éste se desconecte. Estarán diseñados de forma que el aislamiento del motor se mantenga en condiciones de permitir un arranque inmediato sin necesidad de un secado previo.

Cuando las condiciones de operación o características de funcionamiento de los motores lo justifiquen, se podrá considerar el uso de elementos bimetálicos o termistores para su protección.

Los motores cumplirán con la norma IEC 60 034 en las partes que correspondan.

## 6.7 Luminarias, lámparas y componentes

Toda luminaria al alcance de la mano de un huésped será de la clase II.

### 6.7.1 Luminarias y lámparas incandescentes

Las lámparas podrán ser de 15, 25, 40, 60, 75, 100, 150 y 200 W, con bulbo tipo claro o nevado y casquillo roscado de los tipos E-14, E-27 y E-40 según la potencia de la lámpara.

Tendrán, aproximadamente, los parámetros siguientes:

Potencia (W)	Flujo luminoso (Lm)	Vida útil (h)
15	90	1000
25	230	1000
40	430	1000
60	715	1000
75	960	1000
100	1350	1000
150	2260	1000
200	3100	1000

**NOTA** Estos valores se refieren a lámparas de bulbo claro.

#### 6.7.1.1 Lámparas incandescentes halógenas

Lámparas de bulbos tubulares y elípticos. Estas lámparas pueden ser de 75, 100, 150, 250, 300 y 500 W con bulbos tubulares y elípticos. Operan a tensión de línea de 220/230 V. Admiten cualquier trabajo. Tendrán aproximadamente los parámetros siguientes:

Potencia (W)	Flujo Luminoso (Lm)	Vida Util (h)	Casquillo	Bulbo
12	1100	2000	E-27	TUB
75 mate	1000	2000	E-27	TUB
100	1600	2000	E-27	TUB
100 mate	1450	2000	E-27	TUB
100	1200	2000	B15d	TUB
100	1600	2000	E-27	ELIP
150	2100	2000	B15d	TUB
150	2100	2000	E-14	TUB
150	2400	2000	E-27	ELIP
250	4500	2000	E-14	TUB
300	5000	2000	GY9.5	TUB
500	8500	2000	GY9.5	TUB

### 6.7.1.2 Lámparas par halógenas

Son lámparas de vidrio duro, resistente a los choques térmicos. Son un 30 % más eficiente que las lámparas incandescentes estándar, debido al ciclo halógeno.

La lámpara par 20 sustituye a la par 38 con lámparas R63 y R80.

La lámpara par 30 sustituye a la par 38 con lámparas R95.

Estas lámparas pueden ser 75 y 100 W.

Tendrán aproximadamente los parámetros siguientes:

Tipo par	Potencia (W)	Apertura del haz	Flujo luminoso (Lm)	Vida útil (h)
20	75	35°	1200	2000
20	100	35°	1900	2000
30	75	30°	2200	2500
30	100	30°	3500	2500

### 6.7.1.3 Lámparas miniaturas de cuarzo (A bajísima tensión, 6 y 12 V.)

Estas lámparas pueden ser con filamento transversal y axial. Son de (20, 35, 50, 100 y 150) W.

Tendrán aproximadamente los parámetros siguientes:

Potencia (W)	Tensión (V)	Casquillo	Flujo Luminoso (Lm)	Vida útil (h)
20	6	G4	350	2000
20	12	G4	350	2000
35	12	GY6.35	550	3000
35 mate	12	GY6.35	550	3000
50	12	GY6.35	850	3000
50 mate	12	GY6.35	850	3000
100	12	GY6.35	2400	2000

#### 6.7.1.4 Lámparas halógenas dicróicas

Estas lámparas poseen un reflector de luz fría. En estas lámparas hasta el 66 % del calor producido es evacuado hacia atrás, a través del reflector, permeable a los rayos infrarrojos de manera que el objeto iluminado es expuesto a una carga térmica mucho menor.

Poseen un quemador de cuarzo resistente y pequeño, con reflector de vidrio facetado, según el ángulo emisivo, con recubrimiento especial permeable a los rayos infrarrojos y vidrio frontal reforzado completamente claro y plano.

Se aplica para alumbrado de acento, fundamentalmente para mercancías termo sensibles, en escaparates vitrinas y museos.

Se advierte que las lámparas de halógeno a bajísima tensión son extremadamente sensibles a la variación de tensión, esta puede incidir negativamente en la vida útil de la misma.

Podrán ser de 20, 35, 50 y 75 W. Según la apertura del haz serán concentradoras, dispersoras, muy dispersoras y súper dispersoras. Operan a 12 V y poseen una vida útil media de 3500 horas.

Para  $\varnothing$  50 mm y casquillo GU5.3 tendrán aproximadamente los siguientes parámetros:

Potencia (W)	Características del haz luminoso	Intensidad luminosa (cd)	Apertura del haz para $\frac{1}{2} I_{\text{máx}}$
20	Conc.	5000	11°
20	Disp.	1000	24°
20	Muy disp.	500	36°
35	Conc.	9000	8°
35	Disp.	3600	18°
35	Muy disp.	970	38°
50	Conc.	12000	10°
50	Disp.	3700	21°
50	Muy disp.	1550	38°
50	Super dip.	700	60°
75	Conc.	16000	12°
75	Disp.	7500	18°
75	Muy disp.	2250	38°

Para  $\varnothing$  35 mm y casquillo GU4, estas lámparas podrán ser de 20 y 35 W. Tendrán aproximadamente los siguientes parámetros:

Potencia (W)	Características del haz luminoso	Intensidad luminosa (cd)	Apertura del haz para $\frac{1}{2} I_{\text{máx}}$
20	Conc.	5500	10°
20	Disp.	1760	17°
20	Muy disp.	600	30°
35	Conc.	9000	8°
35	Disp.	3000	20°

Las luminarias serán de los tipos y modelos seleccionados en el proyecto y satisfarán los requisitos de la norma IEC.

### 6.7.2 Luminarias y lámparas fluorescentes

Las lámparas fluorescentes de tubo recto serán de 11, 18, 20, 36 y 40 W, con casquillo de dos contactos para receptáculo normalizado internacional.

Las lámparas fluorescentes circulares serán de 18, 20, 32 y 40 W, con casquillo para receptáculo normalizado internacional.

Las lámparas serán de arranque rápido preferentemente si son fabricadas en USA, Canadá o Japón. Si son fabricadas en Europa, deben ser del tipo arranque por cebador electrónico.

Las lámparas podrán tener los tonos de luz y los parámetros aproximados siguientes:

#### 6.7.2.1 Lámparas de tubo recto

Tendrán aproximadamente los siguientes parámetros:

Potencia (W)	Tono de luz	Flujo luminoso (1) (lm)	Vida útil (h)
18/20	blanco luz-día (>5000 K)	1 200	12 000
36/40	blanco luz-día (>5000 K)	3 250	12 000
18/20	blanco cálido (<3000 K)	1 300	12 000
36/40	blanco cálido (<3000 K)	3 350	12 000

donde (1) Después de 100 h de funcionamiento.

#### 6.7.2.2 Lámparas circulares

Tendrán aproximadamente los siguientes parámetros:

Potencia (W)	Tono de luz	Flujo luminoso (1) (lm)	Vida útil (h)
22	blanco luz-día (>5000 K)	1 000	9 000
32	blanco luz-día (>5000 K)	1 700	9 000
40	blanco luz-día (>5000 K)	2 300	9 000
22	blanco universal (3300-5000 K)	1 200	9 000
32	blanco universal-(3300-5000 K)	2 000	9 000
40	blanco universal (3300-5000 K)	2 600	9 000

donde (1) Después de 100 h de funcionamiento.

#### 6.7.2.3 Lámparas fluorescentes compactas

La selección de las lámparas fluorescentes compactas para su uso en las instalaciones de alumbrado, tendrá en cuenta los siguientes parámetros:

1. La tensión y frecuencia nominales (230 V, 60 Hz).
2. Su temperatura de color (2700 K a 6000 K).
3. El flujo luminoso nominal (después de las primeras 100 horas).
4. La potencia nominal.
5. El grado de integración.
6. El tipo de auxiliar que utiliza (electrónico o electromagnético).
7. El factor de potencia, que deberá ser no menor a 0,90 inductivo.

8. Contenido de armónicos (<35 %).
9. Índice de reproducción cromática (Ra<86).
10. La curva de distribución luminosa.
11. Su grado de compactación y forma constructiva.
12. El lugar de su instalación (exterior o interior).
13. El tipo de luminaria donde será conectado y la posición de funcionamiento.
14. El tipo de casquillo.
15. Los aspectos estéticos.
16. La forma de control de los ciclos de apagado-encendido y del flujo luminoso.
17. Su vida útil en horas (<10000 horas).

Cuando se empleen estas lámparas hay que especificar que los balastos serán de 60 Hz.

Potencia (W)	Tono de luz	Flujo luminoso (1) (lm)	Vida útil (h)
18 (1)	Blanco cálido (2700 K)	1000	6000
24 (1)	Blanco cálido (2700 K)	1450	6000
32 (1)	Blanco cálido (2700 K)	2000	6000
9 (2)	Blanco cálido (2700 K)	450	5000
13 (2)	Blanco cálido (2700 K)	650	5000
18 (2)	Blanco cálido (2700 K)	900	5000
25 (2)	Blanco cálido (2700 K)	1200	5000
5 (3)	Luz natural (2700 K)	250	5000
7 (3)	Luz natural (2700 K)	400	5000
9 (3)	Luz natural (2700 K)	600	5000
13 (3)	Luz natural (2700 K)	900	5000
5 (3)	Luz natural (2700 K)	250	5000
7 (3)	Luz natural (2700 K)	400	5000
9 (3)	Luz natural (2700 K)	600	5000
13 (3)	Luz natural (2700 K)	900	5000
10 (4)	Luz natural (2700 K)	600	5000
13 (4)	Luz natural (2700 K)	900	5600
18 (4)	Luz natural (2700 K)	1200	5000
26 (4)	Luz natural (2700 K)	1800	5000

donde

- (1) Lámpara circular, con balastro incorporado y casquillo E27.
- (2) Lámpara compacta, con balastro incorporado y casquillo E27.
- (3) Lámpara recta, balastro no incorporado y casquillo G23 y GX23.
- (4) Lámpara recta más corta que la (3), con balastro no incorporado casquillo G.23-2, GX23-2, G24d-1, G24d-2 o G24d-3.

Toda reactancia (balastro) será de 230 V C.A. del tipo serie y tendrá un capacitor acoplado externamente, para mejorar el factor de potencia a 0,90 como mínimo. El balastro será del tipo

cerrado (IP 54C). Las potencias de los balastos han de corresponder como máximo, a las siguientes:

Potencia de la lámpara (W)	Potencia del balastro (w)
Tubo recto de 18/20	6
Tubo recto de 36/40	10
Circular de 22	5
Circular de 32	8
Circular de 40	12

Las luminarias tendrán 1 ó 2 tubos rectos, preferentemente aceptándose las de 4 tubos en zonas y locales determinados.

Cada luminaria de caja metálica estará provista de un terminal o borne de tierra para la conexión del conductor PE (Clase I). Todas las luminarias tendrán regletas de bornes para la conexión de los conductores.

Se satisfarán los requisitos de las normas IEC siguientes:

- luminarias, IEC 60 598-1.
- lámparas, IEC 60 081.
- balastos, IEC 60 920 y la IEC 60 921.
- encendedores, IEC 60 155.
- receptáculos, IEC 60 400.
- capacitores, IEC 61 048 y la IEC 61 049.

### 6.7.3 Luminarias y lámparas de vapor de mercurio a alta presión

Las lámparas podrán ser de 50, 80, 125, 250, 400, 700 y 1000 W, de forma elipsoidal, con recubrimiento fluorescente interior para la corrección del color, casquillo roscado E-27 ó E-40, de vidrio duro.

Los balastos serán de 230 V C.A., del tipo serie y tendrán capacitores acoplados externamente para mejorar el factor de potencia a 0,90 como mínimo.

Estarán diseñados de tal forma que la corriente de arranque no sea mayor de 2 veces la de servicio y el flujo luminoso total se alcance aproximadamente a los 3 minutos después de la conexión.

Las lámparas cumplirán aproximadamente con los parámetros mínimos siguientes:

Potencia (W)	Flujo luminoso (Lm)	Vida útil (h)	Potencia del balastro (W)
50	2000	15000	9
80	4100	15000	9
125	6700	15000	14
250	14000	15000	25
400	24000	15000	30
700	40000	15000	35
1000	55000	15000	45

Las luminarias de mercurio en interiores serán, generalmente, del tipo cerrado, con pantallas reflectoras de aluminio anodizado y abrigantado, con una reflectancia no menor del 75 %. El cuerpo de la luminaria contendrá el balastro.

Las luminarias de mercurio para la iluminación de calles y zonas de estacionamiento serán completamente cerradas (grado de protección IP 54) y del tipo "semi cut-off". Contendrán el balastro y, para las conexiones al circuito, una bornera terminal y un juego de fusibles.

Toda luminaria de cuerpo metálico tendrá un borne de tierra para la conexión del conductor PE (Clase I). Todas las luminarias tendrán una regleta de bornes para las conexiones de los conductores.

Se satisfarán los requisitos de las normas IEC siguientes:

- luminarias, IEC 60 598.
- lámparas, IEC 60 188.
- balastos, IEC 60 923.
- capacitores, IEC 61 048 y la IEC 61 049.

#### 6.7.4 Luminarias y lámparas de vapor de sodio a alta presión

Las lámparas serán de potencias comprendidas entre 100 W y 400 W, de forma elipsoidal, con bulbo claro o nevado y casquillo roscado E 27 ó E 40.

Las lámparas cumplirán, aproximadamente, con los parámetros mínimos siguientes:

Potencia (W)	Flujo luminoso (lm)	Vida útil (h)	Potencia del balastro (W)
110	11 000	15 000	20
150	14500	15 000	25
250	27 500	15 000	30
400	50 000	20 000	40

El flujo luminoso se considera después de 100 h de funcionamiento.

Los balastos serán de 230 V C.A. y del tipo serie, con capacitores acoplados para mejorar el factor de potencia a 0,90 como mínimo. El balastro será del tipo cerrado (IP 54).

Para instalaciones en áreas exteriores, las luminarias podrán ser pantallas o cuerpos de aluminio fundido, anodizado y abrigantado. En estos casos tendrán refractores (difusores) resistentes a choques térmicos, juntas de sellaje y filtros termo estabilizador. El cuerpo de la luminaria contendrá el balastro, una bornera terminal, un juego de fusibles, un borne para la conexión al conductor PE (Clase I). Tendrá grado de protección IP 54.

Se satisfarán los requisitos de las normas IEC siguientes:

- luminarias, IEC 60 598.
- lámparas, IEC 60 662.
- capacitores, IEC 61 048 y la IEC 61 049.

### 6.7.5 Luminarias y lámparas de halogenuros metálicos

Las lámparas serán de 75, 150, 250 y 400 W de forma elipsoidal para usos interiores y áreas exteriores. Las lámparas elipsoidales tendrán casquillos roscados E-40.

Las lámparas cumplirán los parámetros siguientes:

Potencia (W)	Flujo luminoso (3) (lm)	Vida útil (h)
75 (1)	5000	6000
150 (1)	11000	6000
250 (2)	18000 a 20000	6000
400 (2)	25200 a 28000	6000

donde (1) casquillo R x 7S

(2) casquillo E-40

(3) después de las primeras 100 horas de operación

Los balastros serán de 230 V C.A del tipo serie y tendrán capacitor incorporado para mejorar el factor de potencia a 0,90 como mínimo. El balastro será del tipo cerrado (IP 54).

Las potencias de los balastros serán como máximo las siguientes:

Potencia de la lámpara (W)	Potencia de reactancia
75	14
150	15
250	20
400	25

Las luminarias serán generalmente pantallas de aluminio anodizado y abrigantado con reflectancia no menor del 75 %, teniendo los balastros integrados.

En instalaciones exteriores, las luminarias tendrán cristal resistente a choques térmicos, juntas de sellaje y filtro termo estabilizador. El cuerpo de la luminaria contendrá el balastro, una bornera terminal, un juego de fusibles y un borne para la conexión al conductor PE (Clase I).

#### **6.7.6 Luminarias para iluminación de evacuación**

Las luminarias serán del tipo autónomo, conteniendo todos los componentes necesarios para su funcionamiento durante el tiempo establecido después de la falla de la iluminación normal y de la reserva.

La base y el reflector se prefiere que sean de PVC o de un material resistente a la corrosión. El difusor podrá ser de poliestireno, policarbonato o metacrilato.

La lámpara podrá ser incandescente o fluorescente, prefiriéndose esta última por su mayor eficacia luminosa, en cuyo caso la luminaria ha de contener un balastro electrónico.

Cada luminaria llevará la leyenda adecuada, proporcionada por medio de un rótulo adhesivo.

La tensión de alimentación será 230 V C.A., monofásico, 60 Hz.

Las luminarias han de cumplir los requisitos de la norma UNE 20062-73 y UNE 20 392-75, así como los del Anexo F.

#### **6.7.7 Luminarias para iluminación subacuática**

La lámpara de estas luminarias será incandescente, tipo PAR, de hasta 300 W, 12 V y halógenas de potencias inferiores.

Cada luminaria podrá estar provista (o estará alimentada por medio) de un transformador separador de seguridad, con pantalla metálica puesta a tierra entre los devanados primario y secundario, con tensión de entrada de 230 V C.A. y tensión de salida de 12 V C.A., grado de protección IP 55.

La luminaria tendrá un grado de protección IP 67 y podrá estar construida en fundición de aleación de aluminio por ejemplo, pero protegida mediante algún plastificante. Dispondrá de un difusor de vidrio y un aro embellecedor.

#### **6.8 Postes (columnas) para iluminación exterior**

Los postes para las luminarias de la iluminación exterior (calles, zonas de estacionamiento, áreas verdes) podrán ser de:

- acero galvanizado por doble inmersión en caliente;
- aluminio;
- plástico;
- hormigón centrifugado.

Todo poste ha de tener una abertura con tapa, a la distancia requerida desde su base, para la instalación de una bornera de terminales y de un juego de fusibles en el caso que este juego no esté incorporado en la luminaria.

Todo poste metálico o la caja registro metálica, o ambos, ha de tener un borne para la conexión del conductor PE.

## **6.9 Conductores y blindobarras**

### **6.9.1 Conductores hasta 1 kV**

Los conductores serán de cobre y hasta 4 mm<sup>2</sup> de sección podrán ser sólidos y los mayores de esa sección serán de hilos trenzados (cables).

El aislamiento será de PVC, salvo que requieran otro tipo de aislamiento por condiciones especiales. Los monoconductores tendrán además cubierta protectora, también de PVC, sí las condiciones del montaje así lo exigen. El nivel del aislamiento será no menor de 600 V y el conductor estará limitado a una temperatura de 70 °C, excepto que se especifique particularmente otra temperatura.

Los conductores tendrán el color de aislamiento según lo establecido en la norma IEC 60446.

- el conductor de protección tendrá únicamente una combinación bicolor verde-amarillo.
- el conductor neutro tendrá únicamente color azul claro.
- los conductores de las fases tendrán otro color, prefiriéndose el negro y, como color adicional, el carmelita. Esto no excluye el empleo de aislamiento con otros colores o combinaciones de colores.

Los conductores para enterrar directamente o en condiciones severas de instalación (por ejemplo, en montaje expuesto o directamente enterrado) tendrán una cubierta de PVC sobre el aislamiento.

El aislamiento y cubierta de los conductores no serán propagadores de llama.

En edificios altos, se tendrá en consideración en el proyecto la generación de humos tóxicos, producidos por los aislamientos y cubiertas de los conductores durante un incendio.

Los conductores satisfarán la norma IEC 60 227 y la norma IEC 60 228-A.

### **6.9.2 Conductores de MT**

Podrán ser multiconductores o monoconductores.

Multiconductor tripolar con conductores de cobre, trenzado, de forma redonda compacta, con las características siguientes:

- cinta semiconductor sobre cada uno de los 3 elementos conductores;
- aislamiento de polietileno reticulado (termoestable), para temperatura de 90 °C en operación normal y máxima de 250 °C en condiciones de cortocircuito;
- pantalla metálica, en forma de cintas de cobre solapadas helicoidalmente;
- relleno penetrante, para dar forma redonda al multiconductor;

- armadura de cinta de acero galvanizado (para enterrar directamente). La armadura metálica no será necesaria si la instalación de estos conductores se hace en conductos (tuberías de PVC o de asbesto cemento);
- cubierta protectora de PVC;
- nivel de aislamiento del 100 % a frecuencia de trabajo de 60 Hz;
- las terminaciones (copas) serán tripolares, en correspondencia con el multiconductor seleccionado, y serán:
  - para montaje a la intemperie, de un cuerpo en combinación metálica y aislamiento de porcelana,
  - para montaje en interiores, también un cuerpo en combinación metálica y aislamiento de porcelana o pre-ensambladas en PVC y cintas adhesivas.
- los empalmes serán del tipo recto, con caja metálica de protección.

Cable monoconductor de cobre, trenzado, de forma redonda compacta, cinta semiconductor de cobre, aislamiento de polietileno reticulado, para temperatura de trabajo de 90° C en operación normal y de 250° C en condiciones de cortocircuito, pantalla metálica, cubierta exterior de PVC y nivel de aislamiento de 100 % a frecuencia de trabajo de 60 Hz.

Los conductores de MT satisfarán los requisitos de la norma IEC 60502.

### 6.9.3 Blindobarras de baja tensión (canalizaciones eléctricas prefabricadas)

La selección de las canalizaciones eléctricas prefabricadas se hará teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- tensión nominal (CA o CD) y frecuencia.
- número de fases.
- corriente nominal (16, 40, 100, 100-800, 1000-6300) A.
- grado de protección (IP 31 ó IP 54, IP 41, IP 237)
- uso para el que está destinado (alumbrado, tomas, distribución eléctrica móvil, distribución vertical).
- tipo de suspensión
- caída de tensión.
- nivel de cortocircuito en el punto de instalación (máximo y mínimo).
- sistema de distribución (TNC, TNS, IT, TT).
- material de las barras (Cu ó Al).
- temperatura de operación.

Debe incluirse un esquema isométrico detallado en aquellas canalizaciones con trazado no rectilíneo.

En el caso que se prevea utilizar la blindobarra para el control automatizado de la instalación se deberá considerar, además, que el bus de comunicación de la blindobarra sea compatible con el bus del sistema superior principal.

La selección de los accesorios deberá tener en cuenta las solicitudes mecánicas del edificio y los requisitos de protección contra incendios de la instalación (instalación de ventana corta fuegos, resistencia al fuego, juntas de dilatación).

## **6.10 Canalizaciones**

### **6.10.1 Tuberías plásticas**

Las tuberías plásticas podrán ser ligeras, medianas y pesadas en lo que respecta a su comportamiento ante la prueba del impacto. Las categorías a utilizar se determinarán en el proyecto.

Se prefiere que el acoplamiento se haga por medio de un nudo plástico, uniéndose tubería y nudo por pegamento plástico o por rosca, pero se admiten las tuberías de acoplamiento directo a presión.

Las tuberías tendrán una longitud no mayor de 4 m y dispondrán de un nudo de acoplamiento en un extremo.

Las curvas serán plásticas, de 90° y su radio será el adecuado para la tubería eléctrica que corresponda. Dispondrá de un nudo de acoplamiento en un extremo.

Las tuberías plásticas cumplirán los requisitos de las normas IEC 60 614-1 e IEC 60 614-2-2.

### **6.10.2 Tuberías metálicas rígidas**

Las tuberías metálicas rígidas serán de acero galvanizadas por doble inmersión en caliente y serán de una longitud no mayor de 6 m. Este tipo de tubería será siempre roscable, disponiendo de rosca en ambos extremos.

La tubería tendrá ya roscado un nudo de acoplamiento, con un casquillo plástico en el otro extremo para proteger la rosca.

El diámetro nominal mínimo será de 16 mm (½ pulgada).

Los nudos de acoplamiento y las curvas de 90° serán también de acero galvanizado en caliente, teniendo los nudos la rosca internamente y las curvas en su exterior. Las curvas serán de radio amplio, adecuado para instalaciones eléctricas.

Las tuberías metálicas cumplirán los requisitos de las normas IEC 60 614-1 e IEC 60 614-2-1.

### **6.10.3 Tuberías flexibles**

Las tuberías flexibles podrán ser metálicas o plásticas.

Las tuberías metálicas flexibles serán de acero galvanizado en caliente, al igual que sus accesorios (nudos de acoplamiento, conectores terminales). Se prefiere que tengan un recubrimiento de PVC.

Los conectores de las tuberías metálicas serán rectos o curvos de 90o, para acoplamiento por tornillo en ambientes normales y por rosca en condiciones ambientales especiales (agua, vapor).

Las tuberías plásticas flexibles y sus accesorios serán de PVC.

**6.10.4 Bandejas porta cables**

Serán de chapa de acero galvanizado en caliente o plásticas, preferiblemente estas últimas, en tramos rectos entre 3 y 6 m de longitud, pudiendo tener tapas en los lugares en que fuese necesario. Los accesorios de montaje de las bandejas metálicas serán también de acero galvanizado.

Las bandejas de acero galvanizado podrán ser del tipo escalera, con escalones espaciados a no más de 300 mm y una terminación de superficie que no dañe el aislamiento de los cables, de chapa perforada o de rejilla.

Los elementos de derivación (tales como piezas en forma de L, T, X, reducidos, codos, transiciones) serán totalmente prefabricados.

El acoplamiento entre tramos rectos o entre tramos rectos y elementos de derivación, en él caso de bandejas de acero, se realizará mediante accesorios de acoplamiento por tornillos, prefabricados y listos para instalar sin necesidad de barrenar las piezas.

No se aceptarán bandejas para unir por soldadura.

En áreas exteriores, los tornillos de acoplamiento serán cadmiados.

Las piezas de soporte también serán prefabricadas, para instalar sin necesidad de hacerles barrenos.

**Los accesorios de fijación de los cables a las bandejas serán cintillos plásticos**

Los accesorios para fijar tuberías a las bandejas, serán grapas prefabricadas mecánicas o plásticas para acoplar por tornillos.

**6.11 Accesorios de la instalación**

**6.11.1 Tomacorrientes**

Los tomacorrientes monofásicos serán de dos polos activos y un polo para puesta a tierra (2P+ tierra), serán dobles preferiblemente. No se excluye el uso de tomacorrientes intercambiables si cumplen con los requisitos antes descritos. Para instalar insertados en un marco de montaje, la distancia entre tornillos de fijación del marco será 83,5 mm.

Podrán ser utilizados los siguientes modelos:

Tension (V)		
250		125
Europa	América	América
SCHUKO	6-15 R (15 A)	5-15 R (15 A)

Los tomacorrientes trifásicos serán de 3 polos activos y 1 polo para puesta a tierra, sencillos, para instalar insertados en un marco de montaje, con 83,5 mm de distancia entre los tornillos de fijación del marco. Serán de cierre de seguridad (locking type). Estos tomacorrientes se admiten también para montaje sobre superficie.

Los tomacorrientes para locales con ambientes especiales cumplirán con los requisitos que correspondan. En el área de la cocina del establecimiento los tomacorrientes serán a prueba de chorros de agua (grado IP A5C). Cumplirán lo establecido anteriormente en cuanto al número y tipo de polos.

Los tomacorrientes a instalar en las áreas exteriores serán a prueba de intemperie, cumpliendo lo establecido con anterioridad.

Los tomacorrientes de un establecimiento en el subsistema de alojamiento y otras áreas de acceso a los huéspedes serán de un mismo modelo o línea de un solo fabricante, de tipo decorativo según la categoría del establecimiento de alojamiento.

### **6.11.2 Interruptores de pared**

Los interruptores de pared serán preferentemente del tipo intercambiable, para instalar insertados en un marco de montaje.

Serán de tipo decorativo y de encendido por toque suave en las áreas de acceso a los huéspedes, seleccionándose los tipos iluminados para usos determinados.

En las áreas técnicas y administrativas, los interruptores de pared serán preferentemente los tradicionales de palanca (toggle switch).

Los interruptores de pared de un establecimiento en el subsistema de alojamiento y otras áreas de acceso a los huéspedes serán de un mismo modelo o línea de un solo fabricante, de tipo decorativo según la categoría del establecimiento.

### **6.11.3 Cajas eléctricas y tapas**

Las cajas eléctricas podrán ser:

- de chapa de acero galvanizado en caliente;
- plásticas;

Preferentemente estas últimas.

Las dimensiones de las cajas eléctricas (de mayor uso) serán:

- 4" x 2" x 1 ½" (102 x 51 x 44 mm);
- 4" x 4" x 1 ½" (102 x 102 x 44 mm);
- 4" x 4" x 2 1/8" (102 x 102 x 54 mm);
- 4 11/16" x 4 11/16" x 2 1/8" (119 x 119 x 54 mm).

Según proyecto, podrán especificarse cajas de mayor tamaño para usos determinados.

Las cajas eléctricas tendrán ponches para tuberías de 1/2", 3/4" y 1" distribuidas en sus 5 caras. Estarán provistas de orejillas para la fijación del marco de montaje de los accesorios intercambiables y de los distintos tipos de tapas y placas. Las orejillas de las tapas plásticas tendrán una tuerca de bronce embutida en el plástico. Las cajas galvanizadas tendrán chapa de 1,2 mm de grosor, preferentemente.

Para la fijación de marcos de montaje, tapas y placas se establecen las distancias siguientes:

- Marcos de montaje de accesorios, 83,5 mm;
- Tapas y placas, 101 mm.

La fijación de marcos, tapas y placas será por medio de tornillos. Los tornillos serán de latón o de acero galvanizado, de 3/16" de diámetro, rosca americana.

Se podrá aceptar que la tapa decorativa enganche por presión, siempre que el marco y la placa se fijen por tornillos.

Las cajas para tomacorrientes de piso (para vestíbulos, restaurantes, locales polivalentes y otros similares) tendrán una altura no menor de 44 mm y una tapa cuadrada con hueco redondo. La solución preferente de cajas para tomacorrientes de piso es aquella en la que el tomacorriente y la caja que lo aloja es un conjunto de un mismo fabricante.

Las cajas eléctricas mencionadas son para montaje empotrado. Tendrán un borne (de tornillo) para la conexión del conductor PE de protección.

#### **6.12 Materiales y accesorios para tomas de tierra artificiales**

Ver apartado 4.10.1.2

#### **6.13 Materiales y accesorios para las instalaciones de protección contra descargas eléctricas atmosféricas**

Sobre la cubierta de la instalación pueden utilizarse como captadores puntas, hilos tendidos, mallas, etc. Siempre con un material de alta resistencia a la corrosión.

De forma general, para los sistemas de protección contra rayo deberán observarse los requerimientos de diseño, montaje, inspecciones y mantenimiento recogidos en la NC IEC 62305.

#### **6.14 Perfiles de acero y tornillería**

Los perfiles y planchuelas para el montaje serán de acero galvanizado en caliente y se prefiere el tipo ranurado.

Todos los tornillos y sus accesorios (tuercas, arandelas) serán de acero galvanizado en caliente, o cadmiado en los casos que resulte necesario.

### **7 Puesta en marcha de instalaciones eléctricas**

Antes de recibir la instalación electroenergética para su explotación, se deben realizar una serie de pruebas que se especifican en el Anexo M.

## **Anexo A** (normativo)

### **Grupos electrógenos**

#### **A.1 Generalidades**

La decisión de que una industria u otro objetivo de otro tipo requieran un sistema propio de generación de energía eléctrica para condiciones de emergencia, o como una reserva, da inicio a un proceso de análisis y cálculo para determinar como será este sistema.

En este proceso hay que tomar en cuenta todos los aspectos que inciden en el problema, armonizándolos debidamente para poder alcanzar la mejor solución.

A continuación se presentan algunas consideraciones sobre el grupo electrógeno, se expone un método de cálculo para determinar la potencia del alternador y poder especificar o seleccionar el grupo electrógeno en cuanto a su tamaño y se dan algunos elementos acerca de los dispositivos de transferencia.

#### **A.2 Grupo electrógeno**

Se ha determinado en que los grupos para la generación de energía eléctrica en condiciones de emergencia tendrán motores primarios de tipo diesel y alternadores sincrónicos.

Las especificaciones generales de estos grupos electrógenos están en el contenido de esta norma, pero a continuación se presenta alguna información que es imprescindible conocer para estar en condiciones de seleccionar el grupo electrógeno adecuado.

##### **A.2.1 Motor diesel. Condiciones normalizadas de referencia**

De acuerdo con la norma ISO 3046, estas condiciones son las siguientes:

- |                                 |         |
|---------------------------------|---------|
| • Presión barométrica total     | 100 kPa |
| • Temperatura del aire          | 27 °C   |
| • Humedad relativa              | 30 %    |
| • Temperatura del aire aspirado | 27 °C   |

Como el fabricante de un motor diesel declara en sus catálogos la potencia referida a las condiciones normalizadas anteriores y las condiciones reales en el lugar de montaje del motor suelen ser distintas a las normalizadas, la potencia que el motor puede entregar en las condiciones de Cuba (con mayor temperatura y humedad relativa), resulta ser menor que la declarada en estos documentos.

##### **A.2.2 Motor diesel. Potencia declarada por el fabricante**

La norma DIN 6271-2 establece entre otros, dos regímenes de trabajo para los motores diesel:

- régimen continuo (código ICXN);
- régimen continuo de tiempo limitado (código IXN).

Las potencias declaradas para cada régimen son potencias netas al freno.

Hay que tener en cuenta las potencias de los medios auxiliares impulsados por el propio motor diesel, cuyas potencias han de deducirse de la potencia declarada; por ejemplo, el accionamiento del ventilador de un radiador incorporado.

Hay otros medios que se consideran como partes componentes del motor y que ya han sido tomados en cuenta por el fabricante al declarar la potencia; por ejemplo, la bomba de inyección del combustible, el cargador de aire enfriado.

#### **A.2.2.1 Potencia de régimen continuo (ICXN)**

La potencia declarada para este régimen la puede entregar el motor continuamente, sin límite de tiempo, con una sobrecarga del 10 % admisible durante una hora cada 12 horas de funcionamiento continuo.

Este sería el régimen de un grupo electrógeno empleado, por ejemplo, para generar energía eléctrica durante 24 horas diarias y 365 días al año u otro período prolongado.

#### **A.2.2.2 Potencia de régimen continuo de tiempo limitado (IXN)**

La potencia declarada para este régimen la puede entregar el motor continuamente, pero sin sobrepasar un número de horas de funcionamiento al año, potencia que se puede exceder en un 10 % solo para recuperación (períodos de segundos)

Hay fabricantes que declaran hasta 1 000 h anuales para este régimen, otros 500 horas y otros 300 horas.

Este sería el caso de un grupo electrógeno empleado para generar energía eléctrica solo durante una situación de emergencia; por ejemplo, cuando falla el suministro normal proveniente del SEN.

#### **Ejemplo:**

Un motor diesel entrega a 1800 r.p.m. una potencia de 534 kW en régimen continuo (ICXN), y puede aceptar una sobrecarga del 10 % durante 1 h cada 12 h, o sea puede entregar hasta 587 kW en este régimen. Esta sobrecarga la puede aceptar dos veces por día durante los 365 días del año.

El mismo motor, utilizado en un régimen continuo de tiempo limitado (IXN), puede entregar 577 kW durante 1000 h anuales y puede llegar momentáneamente hasta 634 kW para estabilizarse rápidamente, en cuestión de segundos, en 557 kW o en una potencia inferior, cualidad que se explota durante el período de arranque de los motores eléctricos.

#### **A.2.2.3 Ajuste de la potencia del motor**

La potencia del motor diesel se publica en los catálogos referidos, generalmente, a las condiciones normalizadas. Al variar estas condiciones cambia la potencia que el motor puede entregar.

La potencia del motor varía en función de los valores de la presión barométrica, de la humedad relativa y de la temperatura del aire aspirado.

La norma NC-ISO 3046-1 establece un método para ajustar la potencia de un motor diesel a las condiciones reales existentes en el lugar en que se instalará el motor.

En Cuba, al ser la temperatura del aire y la humedad relativa mayores que las normalizadas, la

potencia que el motor puede entregar es inferior a la publicada en los catálogos.

Las Tablas A.1 y A.2 de este anexo muestran los valores del factor de conversión que se ha de aplicar a la potencia normalizada del motor diesel según las condiciones de los parámetros antes señalados.

Las Tablas A.1 y A.2 están dadas por un rendimiento mecánico de 0,85. La Tabla A.3 brinda los factores de conversión cuando los rendimientos son 0,80, 0,75 y 0,70.

Si el motor diesel del grupo antes mencionado, que se ha de instalar a 300 m sobre el nivel del mar, tiene un rendimiento de 0,70, en la tabla 3 se ve que para un factor de conversión  $\alpha_1$  de 0,91, el factor de conversión  $\alpha_2$  será de 0,90. Por tanto pierde el 10 % de su potencia.

En una oferta comercial, lo común es que el fabricante declare una potencia ya ajustada a las condiciones reales en el lugar de la instalación.

#### **A 2.2.4 Ajuste del consumo de combustible**

El consumo de combustible también cambia cuando varían las condiciones ambientales en el lugar del montaje con respecto a las condiciones normalizadas de referencia.

La norma NC-ISO 3046-1 establece la forma en que se calcula este ajuste.

La Tabla A.4 brinda los valores del factor de conversión a aplicar al consumo específico teórico en las condiciones de referencia para hallar el consumo específico real de combustible.

La entrada a la Tabla 4 se hace con el valor del factor de conversión  $\alpha_1$  determinado según la Tabla A.1 o la Tabla A.2.

Ahora bien, este aspecto del consumo de combustible no es determinante para grupos electrógenos que trabajarán solo en condiciones de emergencia, cuando falla el suministro normal de energía eléctrica.

**Tabla A.1 — Factores de conversión  $\alpha_1$  para motores con rendimiento mecánico  $N_m = 0,85$ .  
Humedad relativa del aire: 60 %**

Altura sobre nivel del mar (m)	Presión barométrica (mm de columna mercurio)	$\alpha_1$ con humedad relativa del aire 60 %										
		Temperatura del aire aspirado en °C										
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
0	760	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,02	1,00	0,97	0,95	0,92	0,89
100	751	1,10	1,08	1,06	1,04	1,02	1,00	0,98	0,96	0,93	0,91	0,88
200	742	1,08	1,07	1,05	1,03	1,01	0,99	0,97	0,95	0,92	0,89	0,87
300	733	1,07	1,05	1,04	1,02	1,00	0,98	0,96	0,93	0,91	0,88	0,85
400	725	1,06	1,04	1,02	1,00	0,98	0,96	0,94	0,92	0,90	0,87	0,84
500	716	1,04	1,03	1,01	0,99	0,97	0,95	0,93	0,91	0,88	0,86	0,83
600	708	1,03	1,01	0,99	0,98	0,96	0,94	0,92	0,89	0,87	0,85	0,82
700	699	1,01	1,00	0,98	0,96	0,94	0,92	0,90	0,88	0,86	0,83	0,80
800	691	1,00	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91	0,89	0,87	0,85	0,82	0,79
900	682	0,99	0,97	0,95	0,94	0,92	0,90	0,88	0,86	0,83	0,81	0,78
1000	674	0,97	0,96	0,94	0,92	0,90	0,89	0,87	0,84	0,82	0,80	0,77
1100	666	0,96	0,94	0,93	0,91	0,89	0,87	0,85	0,83	0,81	0,79	0,76
1200	658	0,95	0,93	0,91	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82	0,80	0,77	0,74
1300	650	0,93	0,92	0,90	0,88	0,87	0,85	0,83	0,81	0,79	0,76	0,73
1400	642	0,92	0,91	0,89	0,87	0,86	0,84	0,82	0,80	0,77	0,75	0,72
1500	634	0,91	0,89	0,88	0,86	0,84	0,82	0,81	0,78	0,76	0,74	0,71
1600	626	0,90	0,88	0,86	0,85	0,83	0,81	0,79	0,77	0,75	0,73	0,70
1700	618	0,88	0,87	0,85	0,84	0,82	0,80	0,78	0,76	0,74	0,72	0,69
1800	611	0,87	0,86	0,84	0,82	0,81	0,79	0,77	0,75	0,73	0,70	0,68
1900	604	0,86	0,84	0,83	0,81	0,80	0,78	0,76	0,74	0,72	0,69	0,67
2000	596	0,85	0,83	0,82	0,80	0,78	0,77	0,75	0,73	0,71	0,68	0,66
2100	589	0,84	0,82	0,81	0,79	0,77	0,76	0,74	0,72	0,70	0,67	0,65
2200	582	0,82	0,81	0,79	0,78	0,76	0,74	0,73	0,71	0,68	0,66	0,63
2300	574	0,81	0,80	0,78	0,77	0,75	0,73	0,71	0,69	0,67	0,65	0,62
2400	567	0,80	0,78	0,77	0,75	0,74	0,72	0,70	0,68	0,66	0,64	0,61
2500	560	0,79	0,77	0,76	0,74	0,73	0,71	0,69	0,67	0,65	0,63	0,60
2600	553	0,78	0,76	0,75	0,73	0,72	0,70	0,68	0,66	0,64	0,62	0,59
2700	546	0,76	0,75	0,74	0,72	0,71	0,69	0,67	0,65	0,63	0,61	0,58
2800	539	0,75	0,74	0,73	0,71	0,70	0,68	0,65	0,64	0,62	0,60	0,57
2900	532	0,74	0,73	0,71	0,70	0,68	0,67	0,65	0,63	0,61	0,59	0,56
3000	526	0,73	0,72	0,70	0,69	0,67	0,66	0,64	0,62	0,60	0,58	0,55
3100	519	0,72	0,71	0,69	0,68	0,66	0,65	0,63	0,61	0,59	0,57	0,54
3200	513	0,71	0,70	0,68	0,67	0,65	0,64	0,62	0,60	0,58	0,56	0,53
3300	506	0,70	0,69	0,67	0,66	0,64	0,63	0,61	0,59	0,57	0,55	0,52
3400	500	0,69	0,68	0,66	0,65	0,63	0,62	0,60	0,58	0,56	0,54	0,52
3500	493	0,68	0,67	0,65	0,64	0,62	0,61	0,59	0,57	0,55	0,53	0,51
3600	487	0,67	0,66	0,64	0,63	0,61	0,60	0,58	0,57	0,55	0,52	0,50
3700	481	0,66	0,65	0,63	0,62	0,60	0,59	0,57	0,56	0,54	0,51	0,49
3800	474	0,65	0,64	0,62	0,61	0,59	0,58	0,56	0,55	0,53	0,51	0,48
3900	468	0,64	0,63	0,61	0,60	0,59	0,57	0,55	0,54	0,52	0,50	0,47
4000	462	0,63	0,62	0,60	0,59	0,58	0,56	0,54	0,53	0,51	0,49	0,46
4100	456	0,62	0,61	0,59	0,58	0,57	0,55	0,54	0,52	0,50	0,48	0,45
4200	451	0,61	0,60	0,58	0,57	0,56	0,54	0,53	0,51	0,49	0,47	0,45
4300	445	0,60	0,59	0,58	0,56	0,55	0,53	0,52	0,50	0,48	0,46	0,44
4400	439	0,59	0,58	0,57	0,55	0,54	0,53	0,51	0,49	0,48	0,45	0,43
4500	433	0,58	0,57	0,56	0,54	0,53	0,52	0,50	0,49	0,47	0,45	0,42
4600	427	0,57	0,56	0,55	0,53	0,52	0,51	0,49	0,48	0,46	0,44	0,41
4700	421	0,56	0,55	0,54	0,53	0,51	0,50	0,48	0,47	0,45	0,43	0,40
4800	415	0,55	0,54	0,53	0,52	0,50	0,49	0,48	0,46	0,44	0,42	0,40
4900	410	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50	0,48	0,47	0,45	0,43	0,41	0,39
5000	405	0,53	0,52	0,51	0,50	0,49	0,47	0,46	0,44	0,42	0,40	0,38

**Tabla A.2 — Factores de conversión  $\alpha_1$  para motores con rendimiento mecánico  $N_m = 0,85$ .  
Humedad relativa del aire: 100 %**

Altura sobre nivel del mar (m)	Presión barométrica (mm columna mercurio)	$\alpha_1$ con humedad relativa del aire 100 %										
		Temperatura del aire aspirado en °C										
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
0	760	1,11	1,09	1,07	1,05	1,03	1,00	0,98	0,95	0,92	0,88	0,84
100	751	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01	0,99	0,96	0,93	0,90	0,87	0,83
200	742	1,08	1,06	1,04	1,02	1,00	0,97	0,95	0,92	0,89	0,86	0,81
300	733	1,07	1,05	1,03	1,01	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,84	0,80
400	725	1,05	1,03	1,02	0,99	0,97	0,95	0,92	0,89	0,86	0,83	0,79
500	716	1,04	1,02	1,00	0,98	0,96	0,93	0,91	0,88	0,85	0,82	0,77
600	708	1,03	1,01	0,99	0,97	0,95	0,92	0,90	0,87	0,84	0,81	0,76
700	699	1,01	0,99	0,97	0,95	0,93	0,91	0,88	0,86	0,83	0,79	0,75
800	691	1,00	0,98	0,96	0,94	0,92	0,90	0,87	0,84	0,81	0,78	0,74
900	682	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91	0,88	0,86	0,83	0,80	0,77	0,73
1000	674	0,97	0,95	0,93	0,91	0,89	0,87	0,85	0,82	0,79	0,76	0,71
1100	666	0,96	0,94	0,92	0,90	0,88	0,86	0,83	0,81	0,78	0,74	0,70
1200	658	0,94	0,93	0,91	0,89	0,87	0,85	0,82	0,80	0,77	0,73	0,69
1300	650	0,93	0,91	0,90	0,88	0,86	0,83	0,81	0,78	0,75	0,72	0,68
1400	642	0,92	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82	0,80	0,77	0,74	0,71	0,67
1500	634	0,91	0,89	0,87	0,85	0,83	0,81	0,79	0,76	0,73	0,70	0,66
1600	626	0,89	0,88	0,86	0,84	0,82	0,80	0,77	0,75	0,72	0,69	0,65
1700	618	0,88	0,86	0,85	0,83	0,81	0,79	0,76	0,74	0,71	0,67	0,63
1800	611	0,87	0,85	0,83	0,82	0,80	0,77	0,75	0,72	0,70	0,66	0,62
1900	604	0,86	0,84	0,82	0,80	0,78	0,76	0,74	0,71	0,69	0,65	0,61
2000	596	0,84	0,83	0,81	0,79	0,77	0,75	0,73	0,70	0,67	0,64	0,60
2100	589	0,83	0,82	0,80	0,78	0,76	0,74	0,72	0,69	0,66	0,63	0,59
2200	582	0,82	0,80	0,79	0,77	0,75	0,73	0,71	0,68	0,65	0,62	0,58
2300	574	0,81	0,79	0,77	0,76	0,74	0,72	0,69	0,67	0,64	0,61	0,57
2400	567	0,80	0,78	0,76	0,75	0,73	0,71	0,68	0,66	0,63	0,60	0,56
2500	560	0,78	0,77	0,75	0,73	0,72	0,69	0,67	0,65	0,62	0,59	0,55
2600	553	0,77	0,76	0,74	0,72	0,71	0,68	0,66	0,64	0,61	0,58	0,54
2700	546	0,16	0,75	0,73	0,71	0,69	0,67	0,65	0,63	0,60	0,57	0,53
2800	539	0,75	0,73	0,72	0,70	0,68	0,66	0,64	0,62	0,59	0,56	0,52
2900	532	0,74	0,72	0,71	0,69	0,67	0,65	0,63	0,61	0,58	0,55	0,51
3000	526	0,73	0,71	0,70	0,68	0,66	0,64	0,62	0,60	0,57	0,54	0,50
3100	519	0,72	0,70	0,69	0,67	0,65	0,63	0,61	0,59	0,56	0,53	0,49
3200	513	0,71	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62	0,60	0,58	0,55	0,52	0,48
3300	506	0,70	0,68	0,67	0,65	0,63	0,61	0,59	0,57	0,54	0,51	0,47
3400	500	0,69	0,67	0,66	0,64	0,62	0,60	0,58	0,56	0,53	0,50	0,46
3500	493	0,67	0,66	0,65	0,63	0,61	0,59	0,57	0,55	0,52	0,49	0,45
3600	487	0,66	0,65	0,64	0,62	0,60	0,58	0,56	0,54	0,51	0,48	0,44
3700	481	0,65	0,64	0,63	0,61	0,59	0,57	0,55	0,53	0,50	0,47	0,44
3800	474	0,64	0,63	0,62	0,60	0,58	0,56	0,54	0,52	0,49	0,46	0,43
3900	468	0,63	0,62	0,61	0,59	0,57	0,55	0,53	0,51	0,49	0,46	0,42
4000	462	0,62	0,61	0,60	0,58	0,56	0,55	0,52	0,50	0,48	0,45	0,41
4100	456	0,61	0,60	0,59	0,57	0,56	0,54	0,52	0,49	0,47	0,44	0,40
4200	451	0,61	0,59	0,58	0,56	0,55	0,53	0,51	0,49	0,46	0,43	0,39
4300	445	0,60	0,58	0,57	0,55	0,54	0,52	0,50	0,48	0,45	0,42	0,38
4400	439	0,59	0,57	0,56	0,55	0,53	0,51	0,49	0,47	0,44	0,41	0,38
4500	433	0,58	0,56	0,55	0,54	0,52	0,50	0,48	0,46	0,43	0,41	0,37
4600	427	0,57	0,55	0,54	0,53	0,51	0,49	0,47	0,45	0,43	0,40	0,36
4700	421	0,56	0,54	0,53	0,52	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42	0,39	0,35
4800	415	0,55	0,53	0,52	0,51	0,49	0,48	0,46	0,43	0,41	0,38	0,34
4900	410	0,54	0,53	0,51	0,50	0,49	0,47	0,45	0,42	0,40	0,37	0,33
5000	405	0,53	0,52	0,51	0,49	0,48	0,46	0,44	0,42	0,39	0,36	0,33

**Tabla A.3 — Factores de conversión  $\alpha_2$  para motores con rendimientos mecánicos diferentes de 0,85**

0,85 según Tabla 3.1 ó 3.2	0,80	0,75	0,70
1,08	1,08	1,09	1,09
1,07	1,07	1,08	1,08
1,06	1,06	1,07	1,07
1,05	1,05	1,05	1,06
1,04	1,04	1,04	1,05
1,03	1,03	1,03	1,03
1,02	1,02	1,02	1,02
1,01	1,01	1,01	1,01
1,00	1,00	1,00	1,00
0,99	0,99	0,99	0,99
0,98	0,98	0,98	0,98
0,97	0,97	0,97	0,97
0,96	0,96	0,96	0,95
0,95	0,95	0,94	0,94
0,94	0,94	0,93	0,93
0,93	0,93	0,92	0,92
0,92	0,92	0,91	0,91
0,91	0,91	0,90	0,90
0,90	0,90	0,89	0,89
0,89	0,88	0,88	0,87
0,88	0,87	0,87	0,86
0,87	0,86	0,86	0,85
0,86	0,85	0,85	0,84
0,85	0,84	0,84	0,83
0,84	0,83	0,82	0,82
0,83	0,82	0,81	0,80
0,82	0,81	0,80	0,79
0,81	0,80	0,79	0,78
0,80	0,79	0,78	0,77
0,79	0,78	0,77	0,76
0,78	0,77	0,76	0,75
0,77	0,76	0,75	0,73
0,76	0,75	0,74	0,72

0,85 según Tabla 3.1 ó 3.2	0,80	0,75	0,70
0,75	0,74	0,73	0,71
0,74	0,73	0,71	0,70
0,73	0,72	0,70	0,69
0,72	0,71	0,69	0,68
0,71	0,70	0,68	0,66
0,70	0,69	0,67	0,65
0,69	0,68	0,66	0,64
0,68	0,67	0,65	0,63
0,67	0,65	0,64	0,62
0,66	0,64	0,63	0,61
0,65	0,63	0,62	0,60
0,64	0,62	0,60	0,58
0,63	0,61	0,59	0,57
0,62	0,60	0,58	0,56
0,61	0,59	0,57	0,55
0,60	0,58	0,56	0,54
0,59	0,57	0,55	0,53
0,58	0,56	0,54	0,51
0,57	0,55	0,53	0,50
0,56	0,54	0,52	0,49
0,55	0,53	0,51	0,48
0,54	0,52	0,50	0,47
0,53	0,51	0,48	0,46
0,52	0,50	0,47	0,45
0,51	0,49	0,46	0,43
0,50	0,48	0,45	0,42
0,49	0,47	0,44	0,41
0,48	0,46	0,43	0,40
0,47	0,45	0,42	0,39
0,46	0,44	0,41	0,38
0,45	0,43	0,40	0,36
0,44	0,41	0,39	0,35
0,43	0,40	0,38	0,34

**Tabla A.4 — Factores de conversión  $\beta$  para consumos específicos de combustible de motores diesel**

Factor de conversión según Tabla 3.1 ó 3.2 $\alpha_1$	Rendimiento mecánico			
	0,85	0,80	0,75	0,70
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,99	1,00	1,00	1,00	1,00
0,98	1,00	1,00	1,00	1,01
0,97	1,00	1,00	1,01	1,01
0,96	1,00	1,01	1,01	1,01
0,95	1,01	1,01	1,01	1,01
0,94	1,01	1,01	1,01	1,02
0,93	1,01	1,01	1,02	1,02
0,92	1,01	1,01	1,02	1,02
0,91	1,01	1,02	1,02	1,03
0,90	1,01	1,02	1,02	1,03
0,89	1,01	1,02	1,03	1,03
0,88	1,02	1,02	1,03	1,04
0,87	1,02	1,02	1,03	1,04
0,86	1,02	1,03	1,03	1,04
0,85	1,02	1,03	1,04	1,05
0,84	1,02	1,03	1,04	1,05
0,83	1,02	1,03	1,04	1,06
0,82	1,02	1,03	1,05	1,06
0,81	1,03	1,04	1,05	1,07
0,80	1,03	1,04	1,05	1,07
0,79	1,03	1,04	1,06	1,07
0,78	1,03	1,04	1,06	1,08
0,77	1,03	1,05	1,06	1,08
0,76	1,03	1,05	1,07	1,09
0,75	1,04	1,05	1,07	1,09
0,74	1,04	1,06	1,08	1,10
0,73	1,04	1,06	1,08	1,10
0,72	1,04	1,06	1,08	1,11
0,71	1,04	1,06	1,09	1,12
0,70	1,05	1,07	1,09	1,12
0,69	1,05	1,07	1,10	1,13
0,68	1,05	1,07	1,10	1,14
0,67	1,05	1,08	1,11	1,14

Factor de conversión según Tabla 3.1 ó 3.2 $\alpha_1$	Rendimiento mecánico			
	0,85	0,80	0,75	0,70
0,66	1,06	1,08	1,11	1,15
0,65	1,06	1,09	1,12	1,16
0,64	1,06	1,09	1,12	1,16
0,63	1,06	1,09	1,13	1,17
0,62	1,07	1,10	1,14	1,18
0,61	1,07	1,10	1,14	1,19
0,60	1,07	1,11	1,15	1,20
0,59	1,08	1,11	1,15	1,21
0,58	1,08	1,12	1,16	1,22
0,57	1,08	1,12	1,17	1,23
0,56	1,09	1,13	1,18	1,24
0,55	1,09	1,13	1,18	1,25
0,54	1,09	1,14	1,19	1,26
0,53	1,10	1,14	1,20	1,28
0,52	1,10	1,15	1,21	1,29
0,51	1,11	1,16	1,22	1,30
0,50	1,11	1,16	1,23	1,32
0,49	1,11	1,17	1,24	1,33
0,48	1,12	1,18	1,25	1,35
0,47	1,12	1,19	1,26	1,37
0,46	1,13	1,19	1,28	1,38
0,45	1,13	1,20	1,29	1,40
0,44	1,14	1,21	1,30	1,42
0,43	1,15	1,22	1,32	1,45
0,42	1,15	1,23	1,33	1,47
0,41	1,16	1,24	1,35	1,50
0,40	1,17	1,25	1,36	1,52
0,39	1,17	1,26	1,38	1,55
0,38	1,18	1,27	1,40	1,59
0,37	1,19	1,29	1,42	1,62
0,36	1,20	1,30	1,45	1,66
0,35	1,20	1,32	1,47	1,70
0,34	1,21	1,33	1,50	1,75
0,33	1,22	1,35	1,53	1,80

### A.3 Alternador sincrónico

#### A.3.1 Potencia especificada

Una parte importante de los fabricantes de alternadores sincrónicos especifican la potencia de sus máquinas para servicio continuo, según lo establecido en la norma NEMA MG 1/Parte 22.

Esta norma señala los incrementos de temperatura que pueden tener los alternadores sincrónicos en sus partes principales de acuerdo con la clase del aislamiento.

Así: °C	Incremento de temperatura (°C)			
	Clase de aislamiento			
Parte del alternador	A	B	F	H
Devanados de la armadura	60	80	105	125
Devanados de campo	60	80	105	125

Los incrementos de temperatura están referidos a una temperatura del ambiente de 40 °C. Si la temperatura del ambiente es superior, hay que reducir los incrementos de temperatura:

Temperatura del ambiente °C	Reducción de los incrementos de temperatura °C
40 < t ≤ 50	10
50 < t ≤ 60	20

Los fabricantes de alternadores sincrónicos especifican la potencia de régimen continuo sobre la base de las temperaturas señaladas para cada clase de aislamiento, pero permiten una sobrecarga de hasta el 10 % de manera continua en el caso de alternadores que van a trabajar solo cuando hay condiciones de emergencia o están en calidad de reserva.

Esta sobrecarga puede provocar que el incremento de temperatura, sobre la temperatura del ambiente, sea 25°C mayor que el señalado anteriormente. Trabajar en este régimen de sobrecarga significa gastar, en cada hora, el equivalente de 4-8 h de la vida del alternador. Un alternador con expectativa de vida útil normal de 100000 h, debe esperarse que tenga una vida útil en el intervalo de 12500-25000 h si trabaja continuamente con una potencia del 110 % de su potencia especificada.

### A 3.2 Capacidad de sobrecarga

Los fabricantes dan, generalmente, una información más amplia sobre las posibilidades de sus alternadores en cuanto se refiere a las sobrecargas que pueden soportar. Dentro de esa información, tiene una importancia relevante la que se refiere a las sobrecargas de corta duración (hasta 10 s), por la relación que guarda con el comportamiento del alternador sincrónico durante el proceso de arranque de motores eléctricos. En dependencia de la magnitud de la sobrecarga momentáneamente impuesta por el arranque de un motor eléctrico, así será la depresión de la tensión eléctrica en los terminales del alternador: Ver figura A.1.

## A 4 Verificación de la potencia de un grupo electrógeno

Al analizar técnicamente las ofertas de fabricantes, es recomendable verificar que el grupo puede desarrollar la potencia necesaria exigida en la solicitud de oferta. Esta verificación puede hacerse a partir de los datos siguientes aportados por los fabricantes para el motor diesel y el alternador:

### a) Motor diesel

- presión media efectiva (p.m.e.), en Pascal (Pa)

NOTA Algunos fabricantes de motores diesel especifican la p.m.e. llamándola "Presión media efectiva al freno", con lo cual la misma ya está desclasificada.

- desplazamiento volumétrico (V), en m<sup>3</sup>.

- número de emboladas de potencia por segundo (ns). Este número toma el valor de 15 para motores de 1800 r.p.m. y cuatro tiempos.

b) Alternador

- rendimiento ( $\eta$ )

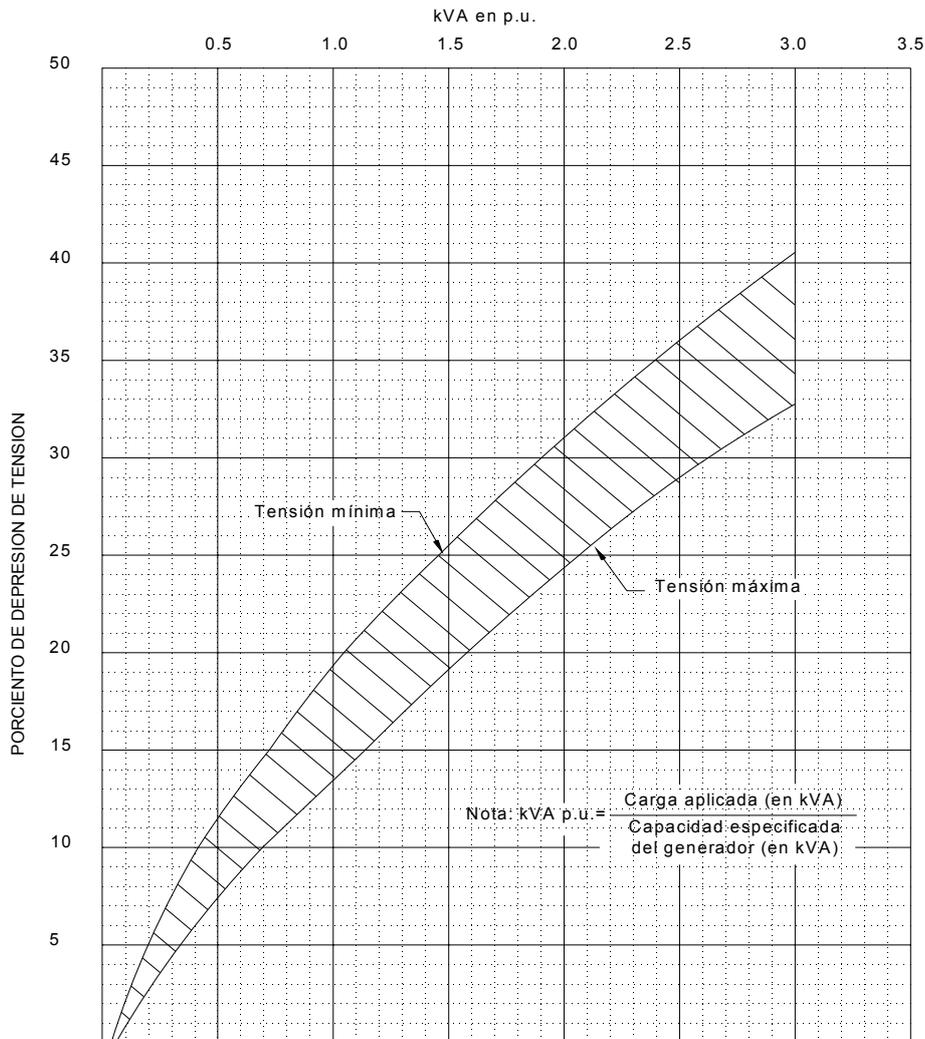


Figura A.1 — Depresión de la tensión eléctrica en los terminales del alternador

c) Fórmulas a utilizar

- Potencia interna desarrollada por el motor diesel:

$$P_{(int)} = (p.m.e.) \times V \times ns \tag{1}$$

$P_{(int)}$  se obtendrá en watts (W) mecánicos.

- Potencia al eje del motor diesel.

$$P_{(eje)} = 0,99 P_{(int)} \quad (2)$$

Cuando el fabricante ha especificado “Presión media efectiva al freno”, entonces:

$$P_{(int)} = P_{(eje)}$$

- Potencia eléctrica a entregar por el alternador:

$$P_{(eléc)} = \eta P_{(eje)} \quad (3)$$

$P_{(eléc)}$  se obtendrá en watts (W) eléctricos.

Ejemplo: Un grupo electrógeno tiene las características siguientes:

- P.m.e.	1220 kPa
- Diámetro del cilindro	140 mm (0,14 m)
- Carrera del cilindro	152 mm (0,152 m)
- Número de cilindros	6
- Velocidad	1800 r.p.m.
- Número de tiempos	4
- Rendimiento del alternador	0,91

- a) Potencia interna desarrollada por el motor diesel:

$$P_{(int)} = 1220 \times 10^3 \times \pi / 4 \times (0,14)^2 \times 0,152 \times 6 \times 15$$

$$P_{(int)} = 256,92 \times 10^3 \text{ watts}$$

$$P_{(int)} = 256,92 \text{ kW mecánicos}$$

- b) Potencia al eje del motor diesel.

$$P_{(eje)} = 0,99 P_{(int)}$$

$$P_{(eje)} = 254,3 \text{ kW mecánicos}$$

- c) Potencia eléctrica que puede entregar el alternador.

$$P_{(eléc)} = 0,91 \times 254,3$$

$$P_{(eléc)} = 231,41 \text{ kW eléctricos}$$

- d) Los valores obtenidos deben ser desclasificados de acuerdo a la temperatura y la humedad relativa en Cuba, en la forma establecida en la norma ISO 3046.

## **A.5 Cálculo de la potencia del alternador. Selección del grupo electrógeno**

### **A.5.1 Generalidades**

En las condiciones establecidas en esta norma, un grupo electrógeno de emergencia asumirá en forma paulatina la entrega de energía eléctrica a los receptores considerados como críticos, los que se han quedado sin energía al fallar la fuente de suministro normal. Esto significa que todas las cargas motrices se reconectarán según una secuencia que ya estará predeterminada. Estas cargas, la gran mayoría de ellas con motores trifásicos, impondrán durante su arranque fuertes solicitaciones al alternador sincrónico.

El cálculo de la potencia del alternador de un grupo electrógeno es un proceso en el que se han de tener en cuenta, sucesivamente, el breve período en que un motor está arrancando y el período subsiguiente en que este motor alcanza un régimen estable de trabajo, ciclo que se repite cuando comienza el arranque del motor siguiente según la secuencia predeterminada, hasta que el último motor alcanza un régimen de trabajo estable. Para poder hacer este cálculo metódicamente, se presenta a continuación un procedimiento que permite controlar debidamente todas las operaciones, revisarlas con facilidad y analizarlas, para detectar dónde es necesario y factible introducir un cambio a fin de obtener alguna ventaja, como pudiera ser la disminución de la potencia del grupo electrógeno.

### **A.5.2 Preparación del trabajo**

Para estar en condiciones de acometer correctamente el procedimiento de cálculo, hay que contar con la información necesaria de todas las cargas eléctricas que serán alimentadas por el grupo electrógeno.

Resulta fundamental determinar la secuencia en que se arrancarán los motores eléctricos y para esto hay que tener en cuenta lo siguiente:

Es preferible arrancar primero los motores de mayor potencia, siempre que lo permitan las condiciones tecnológicas y de operación.

Los receptores que arrancan y paran automáticamente, como los compresores de aire, pueden arrancar en cualquier momento después que reciban nuevamente la energía eléctrica. Esta situación se ha de analizar con todo cuidado, pero es preferible colocar este tipo de receptor en los últimos lugares de la secuencia de arranque.

Entre la información que es necesaria, ha de estar incluida la del tipo de arranque de cada carga motriz: a tensión plena o a tensión reducida (estrella-delta, auto transformador, etc.)

Se determinarán las cargas de iluminación y las conectadas a tomacorrientes, las que se considerarán como alimentadas desde la entrada en servicio del grupo electrógeno, antes de que se comiencen a arrancar las cargas motrices.

Se determinará toda la carga con motores de muy poca potencia (monofásicos y trifásicos), la que, para hacer más breve el procedimiento de cálculo, se podrá considerar como un bloque de carga que entra en servicio inmediatamente después de la carga de iluminación y tomacorrientes.

### **A.5.3 Procedimiento de cálculo**

El procedimiento que se presentará a continuación, para el cálculo de la potencia necesaria del alternador y para la selección del grupo electrógeno, es un método aproximado que constituye una

simplificación del método exacto de cálculo, pero la diferencia entre ambos no es significativa para los fines prácticos.

El método permite determinar cuáles son las solicitaciones que se imponen al grupo electrógeno a medida que se van conectando sucesivamente las distintas cargas. En este proceso hay que distinguir dos regímenes, uno transitorio que corresponde al período de arranque de un motor y después, un régimen estable al alcanzar el motor su velocidad de trabajo normal. El régimen transitorio, a su vez, se puede dividir en dos partes:

- en el instante ( $t_0$ ) en que se conecta un motor y en los instantes subsiguientes, en que se demanda del alternador una corriente de alta intensidad a factor de potencia muy bajo y se cumple que:

$kVA_r(t_0) \sim kVA(t_0)$ . Esto es lo que se conoce comúnmente como “kVA de arranque” y en lo adelante lo denominaremos con las siglas  $kVA(a)$ .

El cálculo de los  $kVA(a)$  se realizará a partir de los datos de chapa del motor mediante la fórmula:

$$kVA(a) = [(I_a / I_r) / n \cos \phi] kW \quad (4)$$

$I_a / I_r$  = razón de la corriente de arranque a la corriente de régimen (especificada o de chapa).

$n$  = rendimiento, en p.u.

- en el instante  $t_{(3/4)}$  en que el motor ha acelerado hasta 0,7- 0,8 de su velocidad de régimen normal, que es cuando ocurre la demanda máxima de potencia activa y se cumple, aproximadamente que:

$$kW(t_{(3/4)}) = 0,5 kVA(a) \quad (5)$$

Para llevar a cabo el cálculo se ha preparado un formato (ver página siguiente).

La forma en que se operará con él se presentará a continuación, paso a paso, pero hay que aclarar que la potencia activa (kW) a colocar en la columna 9, debe corresponder a la que el motor demanda del circuito eléctrico cuando funciona normalmente con la carga que él impulsa. Para esto habría que tomar en cuenta la potencia especificada en su chapa (columna 2), el rendimiento (columna 5) y el factor de utilización (f.u).

### Paso 1

- a) En la primera línea, debajo de las columnas 12 y 13, se escribe la potencia total que corresponde a las cargas de iluminación y a los elementos resistivos que serán alimentados por el grupo electrógeno antes de que comiencen a arrancar los motores eléctricos.
- b) Si no hay cargas de iluminación (muy improbable) o resistivas, poner en la primera línea disponible debajo de las columnas 1 a 4 los datos del primer motor que se tenga que arrancar.

### Calculo de la potencia del alternador de un grupo electrógeno

Resultado de los cálculos

Grupo electrógeno seleccionado

KVA ..... kW..... Fabricante ..... Potencia:..... Fp .....  
 Modelo..... Tensión:..... No. fases.....

Número del equipo en el proyecto	Datos de los motores						Proceso arranque		Régimen normal				
	Datos de chapa				Pot. Arranque (rotor bloqueado)		Pot. del motor (demandada)		Pot. acumulada + Pot. arranque		Pot. acumulada		
	kW	Cos $\Phi$	I <sub>A</sub> /I <sub>R</sub>	$\eta$	kVA <sub>(A)</sub>	kW <sub>(A)</sub>	kVA <sub>(R)</sub>	kW <sub>(R)</sub>	kVA <sub>(R+A)</sub>	KW <sub>(R+A)</sub>	kVA <sub>(R)</sub>	kW <sub>(R)</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

#### Paso 2

- La información de cada motor se ha de poner en una línea distinta del modelo, en el orden determinado por la secuencia de arranque de los motores.
- Bajo las columnas 1 a 5, escribir los datos del motor relativos a su número de orden (en el proyecto), su potencia activa especificada, su factor de potencia a plena carga, la relación I arranque/ I régimen y el rendimiento.

#### Paso 3

- Bajo la columna 6, escribir para cada motor los kVA demandados en el arranque, a rotor bloqueado. Ver fórmula 4.
- Bajo la columna 7, escribir para cada motor la mitad del valor asentado bajo la columna 6. Ver fórmula 5.

#### Paso 4

- Bajo las columnas 8 y 9, escribir para cada motor los kVA y kW demandados realmente del circuito eléctrico que lo alimente.

#### Paso 5

- El grupo electrógeno que se seleccione ha de ser capaz de entregar la potencia máxima demandada durante el arranque de cada motor y la potencia necesaria para los motores cuando funcionan en régimen estable. Los totales progresivos acumulados de las potencias de los motores que ya funcionan en régimen estable más la potencia del motor que está

arrancando, indicarán la demanda máxima (en kVA y kW) que ha de satisfacer el grupo electrógeno en el período de arranque y aceleración de cada motor.

- b) Bajo la columna 10, escribir el valor que resulta de sumar los kVA anotados bajo la columna 6 en la línea del motor que está arrancando, más los kVA anotados bajo la columna 12 en la línea precedente. Se comienza por el primer motor y los datos se van escribiendo línea a línea.

**Paso 6**

- a) Bajo la columna 11, escribir el valor que resulta de sumar los kW anotados bajo la columna 7 en la línea del motor que se está considerando más los kW anotados bajo la columna 13 en la línea precedente.
- b) Se comienza por el primer motor y se va procediendo línea por línea.

**Paso 7**

- a) Bajo la columna 12, escribir el valor que resulta de sumar los kVA anotados bajo la columna 8 en la línea del motor que está arrancando, más los kVA anotados bajo la columna 12 en la línea precedente.
- b) Bajo la columna 13, escribir el valor que resulta de sumar los kW anotados bajo la columna 9 en la línea del motor que está arrancando más los kW anotados bajo la columna 13 en la línea precedente.

**Paso 8**

- a) Rodear con un círculo las cifras mayores en las columnas 10, 11, 12 y 13

**A.5.4 Selección del grupo electrógeno**

Para hacer más fácil la explicación se utilizará el formato, llenado con un ejemplo.

### Cálculo de la potencia del alternador de un grupo electrógeno

Resultado de los cálculos

Grupo electrógeno seleccionado

KVA .66,7 kW 58,6 Fabricante ..... Potencia: 63,2 kW Fp 0,8  
 Modelo..... Tensión 240/415V No. fases. 3

Número del equipo en el proyecto	Datos de los motores								Proceso arranque		Régimen normal	
	Datos de chapa				Pot. (rotor bloqueado)	Arranque	Pot. del motor (demandada)	Pot. acumulada + Pot. arranque		Pot. acumulada		
	kW	CosΦ	I <sub>A</sub> /I <sub>R</sub>	η	kVA <sub>(A)</sub>	kW <sub>(A)</sub>	kVA <sub>(R)</sub>	kW <sub>(R)</sub>	kVA <sub>(R+A)</sub>	KW <sub>(R+A)</sub>	kVA <sub>(R)</sub>	kW <sub>(R)</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
						Iluminación y otras cargas			10		10	
	15				104	53	19,8	17,1	<u>116</u>	63	29,8	27,1
	11,25				79	39,5	15,2	13,2	108,8	66,6	45	40,3
	7,50				59	29,5	10,7	8,7	104	69,8	55,3	49
	3,75				34	17	5,7	4,8	89,3	66	61	53,6
	3,75				34	17	5,7	4,8	95	<u>70,8</u>	<u>66,7</u>	<u>58,6</u>

El grupo electrógeno que se seleccione ha de satisfacer las exigencias de las 4 cifras mayores que se han remarcado; 116; 70,8; 66,7; 58,6.

El alternador del grupo electrógeno ha de tener una potencia especificada no menor de 58,6 kW en régimen de sobrecarga (10 %) permanente. Un grupo electrógeno disponible en el mercado puede entregar 63,2 kW en ese régimen de trabajo y resulta adecuado en este aspecto. El alternador de 63,2 kW tiene una potencia aparente de 79 kVA (>66,7 kVA), por la que también es satisfactorio.

El siguiente paso es analizar cómo se comporta ese alternador ante las sobrecargas impuestas por el arranque de los motores.

El cociente kVA (r+a) / kVA alternador da un valor de 116/79=1,48 en la Figura 1 que es la aplicable para el alternador de ese grupo, se determina que la depresión media que tendrá la tensión en los terminales del alternador será del 22,5 % (con un valor máximo de 25,5 % y uno mínimo de 19,5 %).

Al llegar a estos resultados, hay que analizar si las cargas eléctricas alimentadas por el grupo admiten estos valores de depresión de la tensión (normalmente sí son admisibles). Supongamos que el resultado del análisis confirma que se pueden permitir estos valores. Solo falta confirmar que el motor diesel del grupo tiene la potencia necesaria y para ello hay que comprobar la cifra de 70,8 kW. El fabricante del grupo electrógeno en cuestión declara que la potencia IXN de su motor diesel es de 99 C.V. y que puede entregar una potencia momentánea (10 seg.) de 109 C.V. (80 kW). Como  $80 \text{ kW} > 70,8 \text{ kW}$ , puede afirmarse que el grupo electrógeno satisfará las exigencias que le imponen las cargas que tienen que alimentar.

Si hubiese sido necesario reducir la cifra de kVA (r+a), porque la depresión de la tensión no pudiese sobrepasar de 20 % (máximo), por ejemplo, la observación del formato de cálculo muestra que habría que arrancar por el método estrella-delta los motores de 15 kW, 11,25 kW y 7,50 kW. De esta forma se obtendría que  $kVA (r+a) = 95$  sea la cifra más alta bajo la columna 10.

Llegando a este punto del proceso de selección del grupo electrógeno, hay que tomar una decisión entre dos opciones:

- arranque estrella-delta de los motores señalados;
- elección de un grupo electrógeno de mayor potencia, la cual ha de tomarse sobre la base de la mejor economía.

El grupo electrógeno que le sigue en tamaño es de 117 kVA de potencia continua (128 kVA de potencia en emergencia) y tiene un motor diesel que puede entregar 169,4 C.V. (124 kW) en condiciones de sobrecarga momentánea. En este caso,  $116/128=0,91$  y la figura 1 muestra que la de presión media será de  $8 \text{ V} = 17,2 \%$  como valor máximo. Luego este grupo electrógeno es apropiado.

Ahora la decisión está en qué resulta más económico, si invertir en los tres arranques estrella-delta o en un grupo electrógeno de 38 kVA más de potencia.

## A.6 Dispositivos de transferencia

### A.6.1 Clasificación de los dispositivos de transferencia

Estos dispositivos se pueden clasificar atendiendo a la forma en que cumplen los dos fines principales que se persiguen con ellos:

- evitar que dos fuentes de suministro queden conectadas en paralelo;
- eliminar la posibilidad de que una de las fuentes (generalmente la de emergencia o reserva) retroalimente energía eléctrica a la otra fuente.

Esto significa que ha de existir un mecanismo de enclavamiento en el dispositivo de transferencia que permita lograr los dos fines mencionados. De acuerdo a la forma en que esto se logra, los DT se clasifican en:

- a) DT en que el enclavamiento es inherente.
- b) DT en que el enclavamiento no es inherente.

### **A.6.1.1 DT de enclavamiento inherente (DT-BI)**

En estos dispositivos, el enclavamiento se logra como una característica intrínseca de su diseño, por el funcionamiento como doble tiro de su mecanismo de conexión–desconexión. Es imposible en ellos que la carga quede conectada simultáneamente a las dos fuentes de suministro. Es un producto que sale completamente terminado de la fábrica y ninguna de sus partes componentes se puede utilizar, segregada del DT, como un aparato integral de conmutación.

Hay dos variantes principales de estos DT: automáticos (DTA) y no automáticos (DTNA). Los DTNA pueden accionarse manualmente en forma directa (DTNA-M) o mediante una bobina eléctrica (DTNA-E).

Estos DT no están provistos de medios para la protección contra las sobre corrientes (sobrecargas y cortocircuitos), pero tienen alta capacidad de conmutación y de soportar corrientes de cortocircuito.

Estos son los dispositivos preferidos en Norteamérica para sus instalaciones eléctricas.

### **A.6.1.2 DTA de enclavamiento inherente (DTA-BI)**

Los DTA se utilizan preferiblemente donde no hay un personal permanentemente de guardia y las cargas eléctricas a alimentar no admiten una interrupción prolongada en su suministro de energía eléctrica.

Hay ahora en el mercado un producto que combina un DTA con un DTNA. Tiene el objetivo de que el DTA pueda segregarse de las dos fuentes de suministro y darle mantenimiento en estas condiciones con toda seguridad, al tiempo que se mantiene el suministro de energía eléctrica a las cargas consideradas críticas y la posibilidad de transferir manualmente de una fuente a la otra. En este producto, el DTA es de ejecución seccionable. Su precio es más del triple del precio de un DTA convencional.

Los DTA tienen diversas posibilidades de funciones adicionales, como:

- retardo ante interrupciones momentáneas del suministro normal, para demorar todas las señales de arranque al grupo electrógeno y de transferencia al DTA, el cual es ajustable entre 0,5 s y 6 s, generalmente.
- retardo para la transferencia a la fuente de emergencia, ajustable normalmente hasta 1 min.
- retardo del tiempo de funcionamiento sin carga antes de dar la orden de parada al grupo electrógeno, ajustable normalmente hasta 5 min.
- retardo para la retransferencia a la fuente normal de suministro, el cual se cancela automáticamente si falla la fuente de emergencia y está disponible la fuente normal, ajustable normalmente hasta 30 min.
- interruptor de prueba para simular momentáneamente una falla en la fuente normal de suministro.
- palanca para hacer manualmente la transferencia y la retransferencia bajo condiciones de carga, la cual está cargada por un muelle para garantizar la rapidez de la operación.
- señal luminosa para indicar que el DTA está conectado a la fuente normal de suministro.
- señal luminosa para indicar que el DTA está conectado a la fuente de emergencia.

**A.6.1.3 DTNA de enclavamiento inherente (DTNA-BI)**

Los DTNA se utilizan preferentemente donde hay un personal de guardia permanente y las cargas eléctricas a alimentar admiten una interrupción prolongada en su suministro eléctrico.

Los DTA y los DTNA son equivalentes en cuanto a sus medios de conmutación, estando la diferencia centrada en los medios para el funcionamiento automático.

**A.6.1.4 DT de enclavamiento no inherente (DT-BNI)**

Estos DT tienen la característica de bloqueo no inherente por la forma en que están constituidos, con dos aparatos de conmutación independientes, bloqueados mediante medios eléctricos y mecánicos. No son desconectivos de doble tiro, por lo que cabe la posibilidad de que no realicen su función transferencial satisfactoriamente en un momento dado.

Estos DT pueden proporcionar, en dependencia del tipo de sus componentes, protección contra las sobre corrientes.

Pueden ser de funcionamiento automático y no automático.

Estos DT-NBI pueden estar provistos de los medios de conmutación siguientes:

- desconectivos (cuchillas) de acción conjunta bajo carga; o
- contactores electromagnéticos; o
- interruptores automáticos de caja moldeada; o
- interruptores automáticos de potencia, de corte en aire.

Los DT con interruptores automáticos son los únicos que proporciona protección contra las corrientes de cortocircuitos.

Los contactores magnéticos no son recomendables en los tamaños en que todos sus polos no están montados sobre un eje común de accionamiento.

## Anexo B (normativo)

### Ejemplo de cálculo de la demanda máxima de una instalación turística utilizando las Tablas de la presente norma

#### B.1 Presentación del ejemplo

En una instalación turística típica, el cálculo de la demanda máxima se efectuará siguiendo la siguiente metódica. Un hotel 4 estrellas de 250 habitaciones situado en una playa, con A.A centralizado, es alimentado según el esquema de la figura B.1.

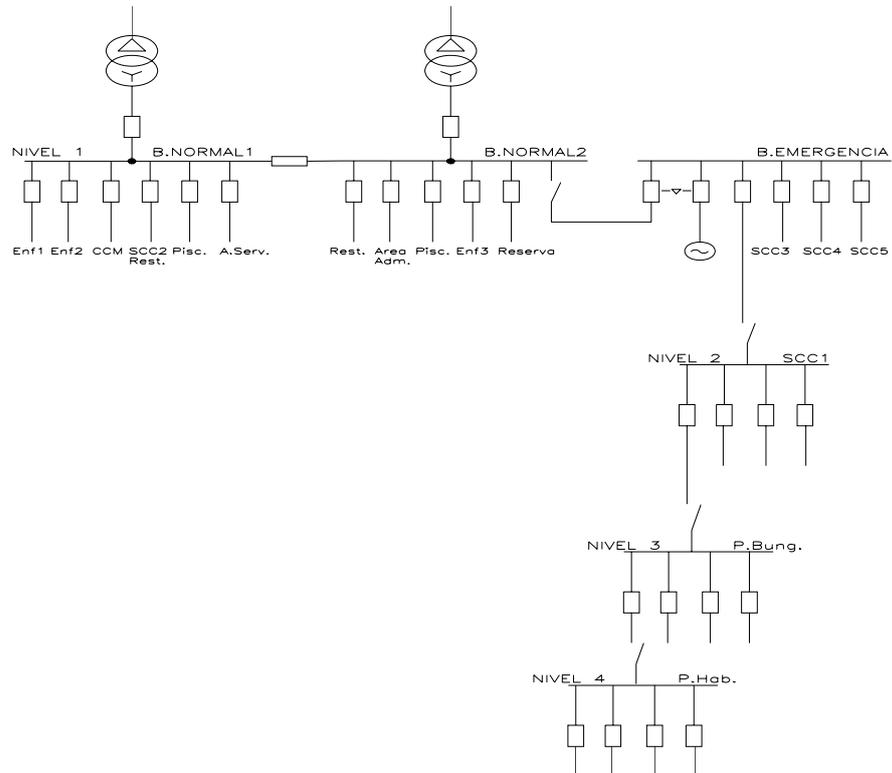


Figura B.1 — Diagrama monolineal

a) En la etapa de Programa o Ideas Conceptuales, se calculará de la siguiente forma:

$$P_{\text{dem max}} = \text{N}^{\circ} \text{ de habit.} \times \text{Dem max}_{\text{hab}} \quad (\text{Tabla 2A 1A})$$

$$= 250 \times 2,4 = 600 \text{ kW}$$

$$S_{\text{dem max}} = \frac{P_{\text{dem max}}}{\text{fp}} = \frac{600 \text{ kW}}{0,92} = 652 \text{ kVA}$$

b) En la etapa de Proyecto Ejecutivo, se calculará de la siguiente forma:

- En el Bloque Habitacional
  - en el panel de Habitación.

$$P_{dem \max \text{ hab}} = P_{inst \text{ hab}} \times 0,6 \text{ (Tabla 3)}$$

Donde 0.6 es el factor de utilización de todas las cargas en la habitación.

- En el panel de Bungalow.

$$P_{dem \max \text{ Bung.}} = \sum_{i=1}^n P_{inst \text{ hab Bung.}} \times k_{dem} \text{ (Tabla 32)}$$

Ejemplo 1: Una salida que alimenta a 4 habitaciones

$$P_{dem \max \text{ salida}} = \sum_1^4 P_{inst.} \times 0,45$$

Ejemplo 2: El seccionador principal de un panel de Bungalow que alimenta a 40 habitaciones se calculará como:

$$P_{dem \max} = \sum_1^{40} P_{inst \text{ hab.}} \times 0,28 \text{ (Tabla 32)}$$

En el nivel de Subcentro General se sigue la misma metódica:

- Para un SCC que alimenta 100 habitaciones

$$P_{dem \max \text{ SCC.}} = \sum_1^{100} P_{inst \text{ hab.}} \times 0,23 \text{ (Tabla 32)}$$

la demanda máxima para cada salida a las máquinas enfriadoras o a equipos de cualquier tipo, se considerará al 100 % de su capacidad.

- Cuando se utilizan acondicionadores de ventana:

$$P_{dem \max \text{ Bung.}} = \sum_1^{40} P_{inst.} \times 0,45 \text{ (Tabla 4 3)}$$

$$P_{dem \text{ SCC.}} = \sum_1^{100} P_{inst.} \times 0,42 \text{ (Tabla 4 3)}$$

$$P_{dem \text{ A.A. sist}} = \sum_1^{250} P_{inst.} \times 0,40 \text{ (Tabla 4 3)}$$

Este valor de demanda máxima se agrega al valor calculado a cada nivel de los ejemplos anteriores.

Cuando se analizan los equipos como sistema, se aplican los factores de demanda de la tabla 5.4.

- la demanda máxima a nivel del CGD se calculará de la siguiente forma:

$$\text{Área habitacional} = \sum_1^{250} P_{inst.} \times 0,23 \text{ (Tabla32)}$$

$$\text{Sistema} = \sum_1^3 P_{inst \text{ enf.}} \times 0,8 + 100 \% \text{ Ilum.}$$

Clima 1

$$\text{Sistema Bombeo} = \sum_1^n P_{\text{inst bombas}} \times 0,70 + 100 \% \text{ Ilum. (Tabla 5.4.)}$$

$$\text{Sist. Tintorería} = \sum_1^n P_{\text{inst tintorería}} \times 0,80 + 100 \% \text{ Ilum. (Tabla 5.4.)}$$

$$\text{Sist. Gastronomía} = \sum_1^n P_{\text{inst freidoras}} \times 0,85 + 0,20 \sum_1^n P_{\text{tomas fuerza}} + 100 \% \text{ Ilum.}$$

(Tabla 4)

planchas  
hornos  
lavavajillas

De la misma forma se calculan todos los demás servicios.

- a nivel de todo el CGD:

$$P_{\text{dem max}} = \sum_{i=1}^n P_{\text{inst total}} \times 0,46 = 680 \text{ kW}$$

(Epíg.14.2.2.1)

$$S_{\text{dem max}} = \frac{P_{\text{dem max}}}{\text{fp}=0,92} = 739 \text{ kVA}$$

1,1 = factor diversidad

- el dimensionamiento de todos los interruptores tendrá en cuenta que la corriente de demanda máxima será como máximo el 0,8 I nominal del interruptor en el circuito analizado.

## **Anexo C** (informativo)

### **Instalaciones electroenergéticas para las marinas y embarcaciones de recreo**

#### **C.1 Alcance**

Los requerimientos que a continuación se describen tienen su aplicación en Instalaciones eléctricas que garantizan el servicio a las embarcaciones de recreo alimentadas desde el Sistema de Suministro Eléctrico Costero.

Las instalaciones eléctricas se diseñarán teniendo en cuenta que las mismas se encuentran en ambientes con riesgos de corrosión, afectaciones estructurales y riesgos de choque eléctrico, tomando en consideración la disminución de la resistencia corporal por condiciones de humedad y salitre y la posibilidad de contacto a tierra.

#### **C.2 Características generales**

Las instalaciones de energía eléctrica de las Marinas así como las instalaciones de suministro a las embarcaciones de recreo deben garantizar en todo momento las condiciones que minimicen el riesgo de explosión, fuego o choque eléctrico.

#### **C.3 Influencias externas**

El equipamiento planteado para la alimentación de las embarcaciones deberá tener un Grado de Protección mínimo de IP 55 según lo establece la IEC 60529.

#### **C.4 Alimentación eléctrica a las embarcaciones**

Internacionalmente se permite realizar la alimentación eléctrica a las embarcaciones mediante las siguientes formas:

- Conexión directa al Suministro con protección de corriente residual. (ver figura 1)
- Conexión mediante un transformador de aislamiento el cual está ubicado en la costa. (ver figura 2)
- Conexión al Suministro con protección de corriente residual y un transformador de aislamiento a bordo. (partes metálicas enlazadas). (ver figura 3)
- Conexión al Suministro con protección de corriente residual a través de un transformador de aislamiento a bordo. (partes metálicas no enlazadas). (ver figura 4) En los casos previstos de utilización de un sistema TN se utilizará el Sistema TN-S. Con excepción de la conexión mediante Transformador de aislamiento en la costa (ver figura 2), el cual cumplirá las especificaciones de la IEC 60742; las partes conductoras accesibles de la embarcación normalmente no energizada que pudiesen alcanzar una tensión de contacto en situaciones de falla deben interconectarse entre sí a través de un enlace equipotencial; utilizándose para ello un conductor flexible de cobre con una sección transversal igual o mayor a 4 mm<sup>2</sup>.
- Cuando la alimentación de la embarcación se realiza mediante el transformador de aislamiento en la costa (ver figura 2), no se realizará ninguna conexión entre la embarcación y el conductor de protección del Suministro en tierra. En el caso en que los transformadores de aislamiento se encuentren en la embarcación (ver figura 3 y 4), se procederá de la siguiente forma:

- Cuando el enrollado secundario del transformador de aislamiento esté conectado a las partes metálicas de la embarcación el contacto de protección de las salidas eléctricas (tomas), las partes conductoras externas de los equipamientos y las partes metálicas de la embarcación que tienen contacto eléctrico con el agua estarán interconectadas entre si. (ver figura 3)
- Cuando el enrollado secundario del transformador de aislamiento no esté conectado a las partes metálicas de la embarcación cada salida eléctrica (toma) se alimentará únicamente de cada enrollado secundario del transformador de aislamiento. El transformador de aislamiento podrá tener varios enrollados secundarios. En este caso no existirá conexión equipotencial entre las partes metálicas. (ver figura 4)

### **C.5 Protección contra el choque eléctrico**

Contra los contactos directos no se permite la protección por obstáculos o colocación fuera de alcance con las partes activas energizadas.

Para la protección contra los contactos indirectos, se recomienda preferentemente la utilización de un dispositivo de protección de corriente residual (interruptor diferencial, con sensibilidad de 30 mA) mediante el cual se realiza la apertura del interruptor de alimentación general de la toma de corriente.

### **C.6 Sistema de tensión del suministro eléctrico**

El sistema de tensión a utilizar para el servicio a las embarcaciones de recreo se realizará con el sistema monofásicos 120/240 (115/230 V) monofásico tres hilos según la norma IEC 60365.

La alimentación eléctrica a las demás instalaciones de la marina se obtendrá en correspondencia con el análisis técnico económico de la solución general del proyecto, utilizando preferentemente el sistema trifásico 240/415 V en correspondencia con el sistema de tensión estipulado en la Tabla 1 de la norma IEC 60365.

El servicio eléctrico a las marinas será a MT, a partir de dos fuentes de energía eléctricamente independientes, con una fuente alternativa de energía para situaciones de contingencia mediante grupos electrógenos.

Se adoptará un esquema de distribución primaria con dos líneas de suministro a 13,8 ó 34,5kV desde dos fuentes independientes, conectándose a cada barra de alimentación los grupos electrógenos, con un esquema de salida a la distribución del tipo radial doble o en lazo abierto.

La distribución secundaria de baja tensión se realizará empleando un esquema con un único transformador, bien sea primario selectivo o con conexión a un esquema primario de lazo abierto.

En ambos casos la solución de alimentación eléctrica a las instalaciones y servicio a las embarcaciones debe garantizar el servicio mediante dos fuentes eléctricamente independientes ; mediante una doble alimentación de MT con un sistema de primario selectivo, así como garantizar la alimentación eléctrica de contingencia al fallar los circuitos provenientes del SEN mediante grupos electrógenos; la solución del diseño de la instalación eléctrica para el servicio de las embarcaciones estará en correspondencia con la capacidad de atraques, la separación y extensión de los espigones

### **C.7 Demanda máxima**

La demanda máxima estimada para el cálculo de los circuitos de alimentación eléctrica a las embarcaciones se realizara en correspondencia con los factores de demanda según la siguiente Tabla.

Tabla 1

Cantidad de atraques	Factor de demanda
1	1.0
2 hasta 3	0.8
4 hasta 7	0.7
8 hasta 11	0.6
12 hasta 20	0.5
20 hasta 30	0.45
mayor de 30	0.4

La demanda máxima general de la instalación estimada se realizará en correspondencia con los factores de demanda según la Tabla 12.2.

Tabla 2

Cantidad de atraques	Factor de demanda general
Hasta 50	0.75
51 hasta 100	0.7
101 hasta 150	0.6
151 hasta 250	0.5
251 hasta 350	0.45
mayor de 350	0.4

Se estima para los calculo de los alimentadores y demanda máxima de la instalación que la carga unitaria instalada para las embarcaciones de este porte es de 3.3 kW por cada toma/ atraque; en los casos en que se considere incluir en los espigones alguna toma para una potencia superior, se considerará que la misma corresponderá con el múltiplo asumible de la carga unitaria anteriormente mencionada, adecuándose los parámetros de los elementos de sobrecorriente en el interior de la torreta a dicho valor .

### C.8 Conductores y canalizaciones

Los conductores utilizados en las marinas serán de los siguientes tipos:

- cables con conductores de cobre o aluminio con aislamiento y cubierta termoplástico o elastómero, instalados dentro de conductos flexibles no metálicos, tubos de cables, canalizaciones estructurales, etc.
- cables con aislamiento mineral y cubierta protectora de PVC.
- cables con armadura y forro de material termoplástico o elastómero.

Preferentemente recomendamos para los conductores de media tensión, aislamientos y envolturas del tipo EPR o HEPR, en el caso de los conductores de baja tensión conductores con aislamiento y envolturas del tipo EPR. que por sus características termoestables representan excelentes propiedades eléctricas, mecánicas y térmicas, tales como:

- Alta disipación térmica.

- Temperatura de operación estable 90 °C, temperatura al corto circuito de 250 °C.
- Excelente flexibilidad, comparativamente con otros materiales aislantes menor espesor del aislante para una misma capacidad de corriente, lo que reduce los costos de instalación y mantenimiento.
- Excelente resistencia a las descargas parciales en terrenos húmedos y el posterior envejecimiento del aislamiento.
- No propagador del incendio.

No se permiten las instalaciones aéreas en las zonas de los espigones o instalaciones flotantes.

Los conductos por donde se canalizan las instalaciones tendrán aberturas con el objetivo de permitir el drenaje de las mismas.

Se deberá garantizar en todo momento que los cables de las instalaciones eléctricas a las embarcaciones no sufran ningún deterioro en todo su recorrido, impidiendo cualquier daño mecánico tal como tensiones inapropiadas, fricciones, elevadas temperaturas ambientales así como evitar los movimientos de las mismas a pesar del movimiento de la embarcación; para ello los cables fuera de las canalizaciones permisibles se sujetarán con abrazaderas anticorrosivas, los elementos de sujeción estarán a una distancia aproximada de 30 cm entre ellas.

Se prohíbe mantener una distancia inferior a la establecida por las Normas de Seguridad contra incendio o explosiones en el recorrido de la instalación eléctrica cerca de tuberías de gas, almacenamiento de combustible, fuentes de calor, etc.

Los cables utilizados tendrán un área mínima de 1.5 mm<sup>2</sup>.

Se permite la utilización de los siguientes tipos de cables:

- Cable flexibles monoconductores en tuberías no metálicas.
- Cables rígidos trenzados con un mínimo de 7 hilos en tuberías no metálicas.
- Cables flexibles con fundas de policloropreno.

No se permite la utilización de tuberías flexibles de polietileno.

### **C.8.1 Conexiones de los conductores**

Las conexiones se realizarán utilizando algunas de las siguientes formas; uniones atornilladas, conexiones a presión o conectores de manguito; según NC-IEC 60364, las juntas atornilladas tendrán su propio cierre; Las conexiones que se realicen estarán colocadas en cajas con su debida tapa, con el objetivo de brindar una protección adecuada. Las tapas solo podrán abrirse con herramientas evitando cualquier actuación imprevista de curiosos o personal no facultado.

### **C.9 Paneles de distribución eléctrica**

Los paneles de distribución eléctrica Irán ubicados en el interior de las torretas y tendrán un grado de protección (IP-24) que establece la IEC 60529; las torretas serán resistentes a la corrosión y protegerán a los paneles de distribución eléctrica de los golpes mecánicos.

Las Torretas se ubicarán frente al atracadero, dispondrán de un tomacorriente para cada atracadero, para ello se tendrá en cuenta las exigencias de la IEC: 60309-2. El tomacorriente tendrá un borne para el conductor de protección.

**C.10 Características de los dispositivos eléctricos de alimentación a las embarcaciones**

El cable de alimentación de la torreta a la embarcación debe tener las siguientes características: flexible, de tres vías con conductores de cobre, aislamiento de goma y cubierta de Neopreno, con elevada resistencia a la radiación ultravioleta, auto extinguido según IEC 60695-2-1, de elevada resistencia al desgaste, se recomienda del tipo 60245 IEC 65 o su equivalente.

Los cables se instalarán de forma tal que no se desplacen debido a los movimientos de la embarcación, no sufran daños con la fricción o tensiones fuertes y no se expongan a temperaturas ambientales inadmisibles.

La longitud del cable no debe exceder de 25 m, este no tendrá conexión intermedia.

La instalación podrá realizarse, conectado de forma permanente a la embarcación de recreo o a un conector según lo establece el acápite 709. 53.1.3 de la NC-IEC 60364.

En dependencia del esquema utilizado los tomacorrientes se protegerán con un dispositivo de corriente residual no mayor de 30 mA (figura 1) o con un transformador de aislamiento (figura 2), o combinaciones de estos (figuras 3 y 4).

Tomando en consideración la ubicación geográfica de nuestras Marinas el sistema de tensión en las torretas será de 120/240 V. cuyos tomacorrientes tendrán los siguientes parámetros eléctricos:

- Tensión nominal: 250 V (monofásicos).
- Corriente nominal : 16 A
- La posición horaria del polo de tierra: 6h
- Número de polos: 2 polos + borne para el conductor de protección.
- Grado de Protección: IP 44 - IP 67 (IEC-60529)
- Resistencia al impacto IK 08 (IEC-50102)
- Grado de autoextinguibilidad VO (UL94)
- Resistencia al hilo incandescente 850 °C (IEC 695-2-1).
- Presión de Bola 70 °C (IEC 243).
- Color según Código Internacional.

El tomacorriente tendrá un interruptor de protección de sobrecorriente de 16 A, en dependencia de las características del suministro se podrá necesitar una protección de dos polos (ver IEC 60364).

El dispositivo de entrada se colocará de forma tal que no pueda dañarse con los movimientos de la embarcación, el desgaste causado por el roce con el soporte del ancla, amarres y cualquier lancha o bote auxiliar.

En caso de que la Marina esté concebida para embarcaciones de mayor porte (Megayates), las tomas destinadas para esos fines tendrán los siguientes parámetros eléctricos.

- Tensión nominal: 250 V (monofásico).
- Corriente nominal : 150 A
- La posición horaria del polo de tierra: 6h
- Número de polos: 2 polos + borne para el conductor de protección.
- Grado de Protección: IP 44 - IP 67 (IEC-60529)
- Resistencia al impacto IK 08 (IEC-50102)
- Grado de Autoextinguibilidad VO (UL94)
- Resistencia al hilo incandescente 850 °C (IEC 695-2-1).
- Presión de Bola 70 °C (IEC 243).
- Color según Código Internacional.

#### **C.11 Bloqueo de conexión paralela de alimentación entre el suministro costero y la generación propia de la embarcación**

Se garantizará la imposibilidad de conexión en paralelo entre el suministro de alimentación eléctrica costero y el equipo de alimentación propia de la embarcación, para ello las embarcaciones de recreo estarán provistas con el dispositivo de conmutación con bloqueo requerido y un interruptor general con protección de sobrecorriente. (Ver NC-IEC 60364)

#### **C.12 Letreros informativos**

Al lado de cada torreta se ubicará un letrero a prueba de intemperismo el cual debe ser legible, donde se especifiquen las instrucciones para el atraque y retiro de las embarcaciones, en el cual debe quedar especificado el sistema de conexión y las siguientes indicaciones:

##### **C12.1 Conexión directa con el suministro costero con conexión a tierra**

Se aclara que en este caso si no existe transformador de aislamiento en el tablero de la embarcación, pueden existir efectos de corrosión a esta por efecto de electrólisis.

- Tensión de suministro y frecuencia de la toma de corriente.
- Instrucciones para el arribo y retiro de las embarcaciones.

Arribo:

- Revisión del cable de conexión antes de su instalación a la embarcación, dado los agentes agresivos de humedad y salitre

- Tomar las medidas para evitar que el cable flexible de 3 vías caiga al agua si éste se desprende, para lo cual se garantizará su unión al gancho de seguridad.
- Prohibición de realizar actividades de reparación o modificaciones en las tomas y conductores eléctricos por personas no especializadas.

Retiro:

- Aseguramiento de la desconexión del Suministro eléctrico a la embarcación, así como el desenganche de los lazos de los cordones.
- La secuencia de desconexión del conductor debe ser la siguiente: primeramente desconexión del tomacorriente de suministro ubicado en la torreta (Marina) y posteriormente desconectar el tomacorriente de la embarcación. El cable flexible de conexión quedará almacenado en un lugar seguro, previamente destinado para esto efectos.

### **C.12.2 Conexión con el suministro costero a través del transformador de aislamiento ubicado en la costa**

Se especifica que el suministro eléctrico a la embarcación se realizará a través de un transformador de aislamiento ubicado en la costa.

- Tensión de Suministro y frecuencia de la toma de corriente.
- Instrucciones para el arribo y retiro de las embarcaciones.

Arribo:

- Revisión del cable de conexión antes de su instalación a la embarcación, dado los agentes agresivos de humedad y salitre.
- Prohibición de realizar actividades de reparación o modificaciones en las tomas y conductores eléctricos por personas no especializadas.

Retiro:

- Aseguramiento de la desconexión del suministro eléctrico a la embarcación, así como el desenganche de los lazos de los cordones.
- La secuencia de desconexión del conductor debe ser el siguiente:

Primero - desconectar del tomacorriente el suministro ubicado en la torreta (Marina) y

Posteriormente - desconectar el tomacorriente de la embarcación.

El cable flexible de conexión se enrollará y quedará almacenado en un lugar seguro, previamente destinado para esto efectos.

METODO PARA LA OBTENCION DE UN SUMINISTRO DE BAJA TENSION

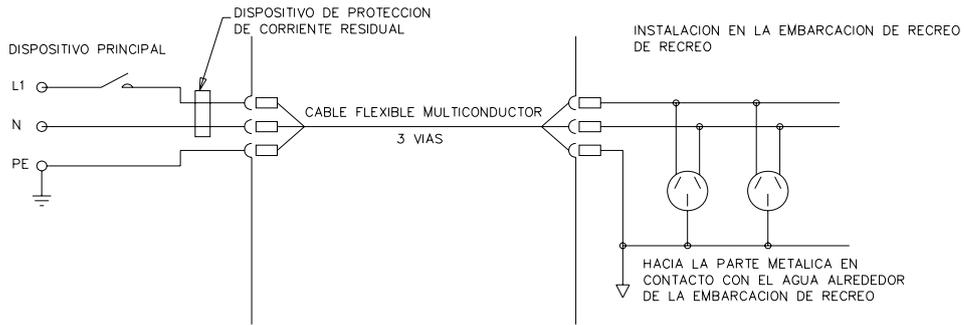


Figura 12.1 Conexión directa al suministro con dispositivo de corriente residual

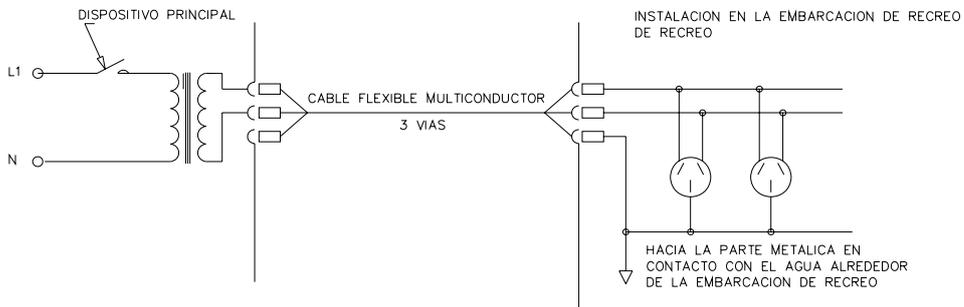


Figura 12.2 Transformador de aislamiento en la costa  
 Conexión al suministro a través de un transformador de aislamiento en la costa

METODO PARA LA OBTENCION DE UN SUMINISTRO DE BAJA TENSION

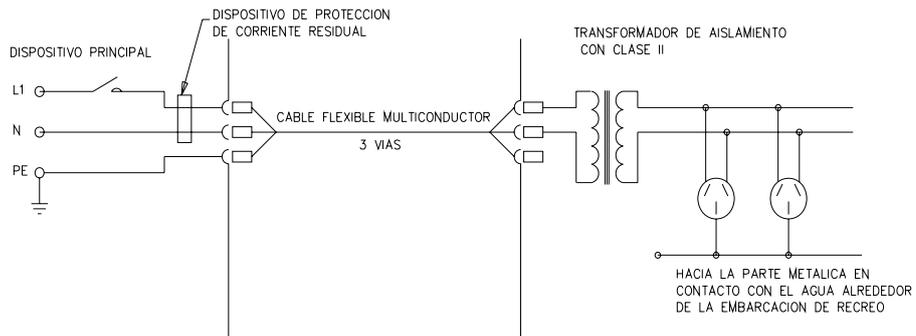
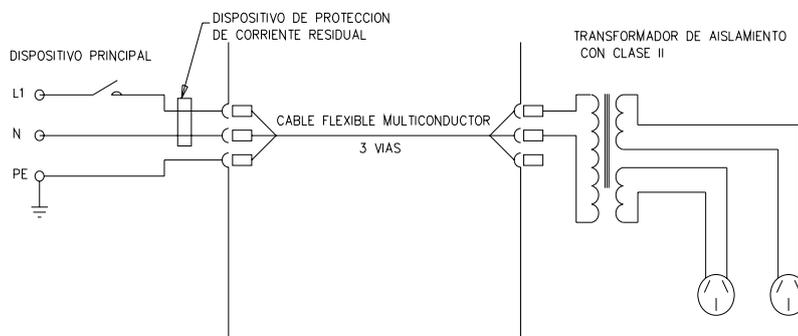


Figura 12.3 Conexión al suministro con dispositivo de corriente residual a través de transformador de aislamiento a bordo.



Nota: Solo un tomacorriente o receptor por cada enrollado secundario

Figura 12.4 Conexión al suministro con dispositivo de corriente residual a través de transformador de aislamiento a bordo.

## **Anexo D** (normativo)

### **Funcionamiento del circuito de control en un esquema eléctrico con secundario selectivo automático**

#### **D.1 Objetivo**

El contenido de este Anexo se utilizará en calidad de Tarea Técnica por parte de las Empresas de Proyecto al especificar un Centro General de Distribución (CGD) diseñado con un esquema eléctrico de baja tensión tipo secundario selectivo automático.

#### **D.2 Funcionamiento del esquema**

##### **D.2.1 Generalidades**

El esquema básico funciona de la manera siguiente:

- a) cada línea de media tensión (MT) alimenta a uno de los transformadores de potencia y cada uno de estos, a su vez, alimenta una sección de barra del CGD a través de un interruptor automático.
- b) las dos secciones de la barra del CGD están enlazadas por otro interruptor automático, el que permanece en posición de ABIERTO cuando son normales las condiciones de suministro de energía eléctrica desde el Sistema Electroenergético Nacional (SEN).
- c) cuando falla el suministro de una de las líneas de MT se realizarán automáticamente las operaciones que se señalan a continuación:
  - apertura del interruptor automático de baja tensión correspondiente a la sección de barra que se quedó sin energía; por ejemplo, en la Figura, el IA1 si la línea fallada es la L1;
  - comprobación de que hay tensión en la otra sección de la barra;
  - cierre del interruptor automático de enlace IA3 al comprobarse que la otra sección de barra tiene tensión; de no haber tensión en dicha sección, el IA3 no cierra.

La apertura del IA1 o del IA2 se indicará mediante señalización lumínica y sonora.

En la situación descrita, el suministro desde el SEN se recibirá a través de una sola de las líneas de MT y de uno solo de los transformadores de potencia.

- Cuando se restablece la tensión eléctrica en la línea fallada y los interruptores tengan accionamiento motorizado, el circuito de control garantizará el retorno automáticamente a la situación inicial después de un retardo, con la secuencia siguiente: Apertura del IA3; Cierre del IA1.

##### **D.2.2 Enclavamientos mecánico y eléctrico**

Las dos fuentes de energía eléctrica (transformadores T1 y T2) no se permite que funcionen en paralelo, lo que se impedirá por medio de los enclavamientos eléctricos y mecánico.

Esto significa que los tres interruptores (IA1, IA2, IA3), no podrán estar cerrados al mismo tiempo.

O sea, las únicas combinaciones posibles para los tres interruptores serían las siguientes:

(1= interruptor CERRADO; 0= interruptor ABIERTO)

	IA1	IA2	IA3
Suministro normal	1	0	1
Línea 1 de falla	0	1	1
Línea 2 de falla	1	1	0
Barra B1 fuera de servicio	0	0	1
Barra B2 fuera de servicio	1	0	0
CGD fuera de servicio	0	1	0
CGD fuera de servicio	0	0	0

### D.3 Secciones de barra del CGD sin energía (fuera de servicio)

Las secciones de barra del CGD pueden quedar sin energía por otras causas que no sean el fallo de las líneas L1 y L2. A continuación se indica cómo ha de funcionar el sistema de control en estos casos.

Disparo de uno de los interruptores automáticos de entrada (IA1 o IA2) por alguna de las causas siguientes:

- sobrecarga;
- cortocircuito;
- defecto a tierra.

En estos casos, el IA3 no podrá cerrar (o sea, son posibles sólo las combinaciones 1.0.0 ó 0.0.1).

El disparo se indicará mediante señalización sonora.

La señalización lumínica se da por el fabricante en el relé de sobrecorriente, el que tiene además un rearme (reset) manual.

Disparo de uno de los interruptores automáticos de entrada (IA1 o IA2) por:

- señal recibida del segundo contacto del relé de gas (Buchholz);
- señal recibida del segundo contacto del termómetro;
- señal recibida del relé de tensión.

En estos casos, el IA3 ha de cerrar (combinaciones 1.1.0 ó 0.1.1).

El disparo se indicará mediante señalización sonora y lumínica. Cuando el disparo sea por señal del relé Buchholz o del termómetro, la instalación continuará funcionando a través de un solo transformador hasta que el operador tome otra decisión, o sea, debe instalarse un rearme manual.

Cuando el disparo sea por señal del relé de tensión, el disparo se indicará con señalización sonora; la lumínica la da el relé. Al recibir el relé de tensión la señal de retorno de la tensión normal, los IA del CGD retornarán automáticamente a la posición normal (combinación 1.0.1), después de un retardo prefijado, si los interruptores tienen accionamiento motorizado.

Disparo de uno de los interruptores automáticos de entrada (IA1 o IA2) mediante el pulsador de apertura (combinación 1.0.0 ó 0.0.1). En estos casos el IA3 no podrá cerrar.

#### **D.4 Pruebas y mantenimiento**

El circuito de control tendrá opción manual para su funcionamiento, de tal manera que el operador pueda realizar a voluntad cualquier tipo de operación con independencia de la situación de las fuentes de suministro.

#### **D.5 Protección de defecto (o falla) a tierra**

Para dar esta protección es necesario realizar la conexión eléctrica entre la barra de protección (PE) y la de neutro (N) e instalar los transformadores de corriente (TC1, TC2 y TC3), como se indica en la figura 1.

Cuando el CGD pasa a funcionar a través de un solo transformador, o sea, uno de los IA de entrada está abierto y el IA3 está cerrado, queda activada la protección de falla a tierra del IA3 y el circuito de control debe enclavar (mientras el IA3 permanezca cerrado) la protección de falla a tierra del interruptor automático de entrada que permanece cerrado. Por tanto en estas condiciones la protección de falla a tierra estará dada solo por el IA3.

Cuando el IA3 pasa a la posición de ABIERTO, se vuelve a activar la protección de falla a tierra de los IA de entrada.

#### **D.6 Fuentes de alimentación del circuito de control**

Se utilizarán con este fin las dos fuentes de energía del suministro normal y de haberlo, el grupo electrógeno de emergencia, para esto se preverán dispositivos de transferencia automáticos (DTA) formados con contactores electromagnéticos.

#### **D.7 Otras señales**

Además de las señales antes mencionadas, en cada sección de barra del CGD se instalará:

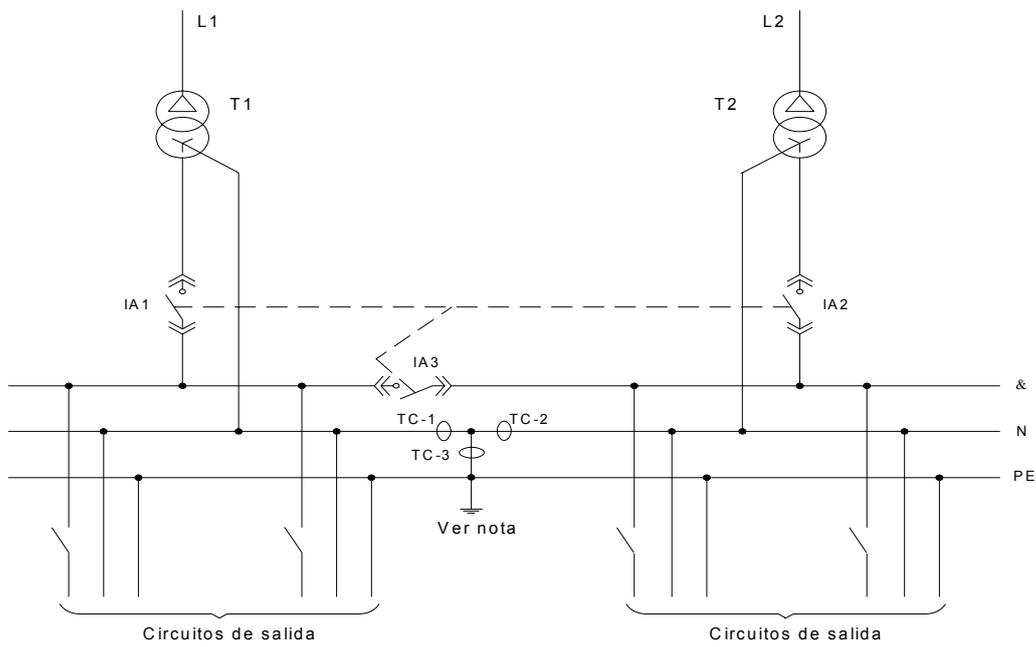
- una alarma visual y sonora que será activada por el primer contacto del relé Buchholz del transformador correspondiente;
- una alarma visual y sonora que será activada por el primer contacto del termómetro instalado en el transformador correspondiente.

#### **D.8 Alarmas**

El circuito de control permitirá;

- la verificación del funcionamiento de las alarmas visuales y sonoras;
- la anulación de cualquier alarma sonora activada por una anomalía.

Las alarmas visuales se mantendrán encendidas mientras las anomalías persistan.



**NOTA**

La barra PE se conecta directamente a la barra principal de tierra de la instalación.

**Figura 1 — Esquema eléctrico de un Sistema Secundario Selectivo que muestra la ubicación de los T.C., cuando la protección de falla a tierra es del tipo de “Retorno por tierra a la fuente” (Source Ground Return).**

**Anexo E**  
(normativo)

**Protección eléctrica de transformadores de potencia. Coordinación**

**E.1 Transformadores de potencia de tensión media en el lado primario**

Todo transformador de estas características se protegerá contra las sobre corrientes, tanto por el lado primario como por el secundario. La Tabla E.1 muestra los valores máximos establecidos para las corrientes especificadas o de ajuste, a las cuales han de abrir los dispositivos de protección que han de proveerse para estos fines.

Cuando el circuito alimentador del transformador está protegido contra las sobre corrientes por un dispositivo que cumple con lo establecido en la Tabla E.1 para el lado primario, no será necesario disponer adicionalmente de otra protección de sobrecorriente en el lado primario del transformador.

**Tabla E.1 — Valores máximos para la corriente**

<b>Transformadores de media tensión en el lado primario</b>			
	<b>Valores máximos admisibles para la corriente de accionamiento del dispositivo de protección.</b>		
	<b>Lado primario (13,8 ó 34.5 kV)</b>		<b>Lado secundario (240/415 V)</b>
<b>Tensión de impedancia del transformador (Z %)</b>	<b>Interruptor automático</b>	<b>Fusible</b>	<b>Interruptor automático</b>
No más de 6 %	600 % I <sub>p</sub>	300 % I <sub>p</sub>	250 % I <sub>s</sub>
Más de 6 % y no más de 10 %	400 % I <sub>p</sub>	300 % I <sub>p</sub>	250 % I <sub>s</sub>

**NOTAS**

1. Simbología :

I<sub>p</sub>: corriente especificada para el lado primario del transformador.

I<sub>s</sub>: corriente especificada para el lado secundario del transformador.

Un transformador de 1000 kVA, 13,8 kV, 240/415 V, Z = 5,0 % tiene los valores siguientes de I<sub>p</sub> e I<sub>s</sub>: 43.7 A y 1443 A.

2. Cuando el valor calculado del dispositivo de protección no corresponda a alguno de los valores normalizados para los dispositivos, se escogerá el valor normalizado inmediatamente superior al valor calculado.

3. Los valores máximos señalados en la Tabla E.1 para los dispositivos en el lado primario, configuran una protección contra corrientes de cortocircuito: los que corresponden al lado secundario, una protección contra corrientes de sobrecarga.

4. Ejemplos:

Aspectos	Ejemplo No.1	Ejemplo No.2
	Transformadores a proteger	
	1000 kVA 13,8 kV, 240/415 V Z = 5,0 %	630 kVA 13,8 kV, 240/415 V Z = 4,0 %
Corriente especificada $I_p$	43,7 A	27,6 A
Corriente especificada $I_s$	1443 A	909 A
Protección en lado primario	Fusible	Fusible
Corriente especificada del fusible	200 % (a) x $I_p$ = 2,00 x 43,7 A = 87,4 A (b)	175 % (a) x $I_p$ = 1,75 x 27,6 A = 48,3 A (b)
Protección en lado secundario	Interruptor automático	Interruptor automático
Corriente de accionamiento de la protección de tiempo largo	130%(c) x $I_s$ = 1,3 x 1443 = 1876 A(d)	150 %(c) x $I_s$ = 1,5 x 909 = 1364A(d)
Interruptor automático seleccionado	De potencia en aire: $I$ espec.= 2000 A (e)	De potencia en aire: $I$ espec.= 1600 A (e)
Regulación de la corriente de disparo de tiempo largo	<b>1876 A / 2000 A=0,938 (f)</b>	<b>1364 A / 1600 A=0,853 (f)</b>
Temporización del disparo de tiempo largo	<b>Ajustable</b>	<b>Ajustable</b>

Aclaraciones al ejemplo;

a) La Tabla 1 permite valores de hasta 300% cuando se emplean fusibles para esta protección. En cada obra especificada, el proyectista seleccionará el valor apropiado de este % (el más bajo posible), teniendo en cuenta la coordinación de las protecciones para la instalación electroenergética. Los valores seleccionados en el ejemplo (200 % y 175 %) son inferiores al valor máximo permitido en la Tabla 1 y cumplen, por tanto, con este requisito.

b) Como los valores obtenidos de 87,4 A y 48,3 A, no son valores normalizados, se seleccionarán fusibles de 100 A y 50 a, respectivamente. Antes de tomar la decisión sobre el fusible (tipo y corriente especificada), habrá un acuerdo al respecto entre la Empresa de Transmisión y Distribución (ETD) y el proyectista de la instalación electroenergética de la obra.

c) La Tabla E.1 permite valores de hasta 250 % cuando se emplean interruptores automáticos para esta protección. En cada obra especificada, el proyectista seleccionará el valor apropiado de este % (el más bajo posible), teniendo en cuenta la coordinación de las protecciones para la instalación electroenergética y la posible sobrecarga sobre un transformador cuando el otro no está prestando servicio. Ver Anexo J.

d) Los valores de 130 % y 150 % utilizados en el ejemplo son inferiores al máximo permitido (250 %), por lo que este requisito queda satisfecho.

e) Los valores de corriente obtenidos (1876 A y 1364 A), corresponden a los valores en que se exige ocurra el disparo del interruptor automático con su característica de tiempo largo (sobrecarga).

f) Los valores de 1876 A y 1364 A hay que tenerlos en cuenta en la determinación de la corriente especificada del interruptor automático, por cuanto el sensor para el disparo por un tiempo largo admite por lo general una regulación entre 0,4 y 1,0 del valor de la corriente especificada.

g) Por esto, una selección adecuada para el ejemplo sería: interruptores de 2000 A y 1600 A.

$$1876 \text{ A} / 2000 \text{ A} = 0,938$$

$$0,4 < 0,938 < 1,0$$

$$1364 \text{ A} / 1600 \text{ A} = 0,853$$

$$0,4 < 0,853 < 1,0$$

h) Una característica de los interruptores a tener en cuenta es que el disparo por tiempo largo se produce con garantía entre el 105% y el 120% de la corriente seleccionada de ajuste; en los casos del ejemplo, la regulación pudiera establecerse en:

$$0,938 / 1,05 = 0,893$$

$$0,853 / 1,05 = 0,812$$

## E.2 Transformadores de baja tensión en sus dos devanados

Todo transformador ha de protegerse contra las sobre corrientes y esta protección podrá disponerse:

- en el lado primario solamente
- en el lado primario y en el secundario

La Tabla 2 muestra los valores máximos que se permiten para las corrientes especificadas de los dispositivos de protección.

Cuando el circuito alimentador del transformador está protegido contra las sobre corrientes por un dispositivo que cumple con lo establecido en la Tabla 2 para el lado primario, no será necesario disponer adicionalmente otra protección de sobrecorriente en el lado secundario.

Tabla 2

Transformadores de baja tensión en ambos lados				
Protección en el lado primario		Protección en ambos lados		
Ip especificada Primario del transformador	Corriente especificada (%Ip)	Is especificada Secundario del transformador	Corriente especificada	
			Lado primario	Lado secundario
Ip < 2 A	[300 %	Is < 9 A	[250 % Ip	[167 % Is
2 A [ Ip < 9 A	[167 %			
Ip < 9 A	[125 %	Is > 9 A	[250 % Ip	[125 % Is

### NOTAS

1. Simbología :

Ip: corriente especificada para el lado primario del transformador.

Is: corriente especificada para el lado secundario del transformador.

2. Cuando el valor calculado del dispositivo de protección no corresponda a alguno de los valores normalizados para los dispositivos, se escogerá el valor normalizado inmediatamente superior al valor calculado.

### E.3 Auto transformadores de baja tensión

Todo auto transformador se protegerá por un dispositivo individual de sobrecorriente, el que se instalará en cada conductor activo no conectado a tierra de su alimentación y tendrá una corriente especificada no mayor del 125 % de la corriente de plena carga, en el lado de entrada del auto transformador.

Cuando la corriente de plena carga en el lado de entrada del auto transformador es inferior a 9 A, el dispositivo de protección podrá especificarse al 167 % de esta corriente.

Cuando el dispositivo de protección del circuito al cual se conecta el auto transformador cumple con lo establecido en los párrafos precedentes, no será necesario instalar otro dispositivo de protección de entrada del auto transformador.

Cuando el valor calculado del dispositivo de protección no corresponde a un valor normalizado, se escogerá el valor normalizado inmediatamente superior al valor calculado.

### E.4 Coordinación

Uno de los aspectos más importantes en el diseño de una instalación electroenergética, es lograr la correcta operación de las protecciones, para segregar la mínima parte de la red donde se ha presentado una anomalía o falla de aislamiento, lo que permite que el resto de la instalación pueda continuar en operación normal. Esta condición, la cual se alcanza mediante una operación selectiva escalonada de las protecciones, ha de establecerse desde las primeras etapas del diseño, con el fin de realizar los análisis correspondientes durante el desarrollo del mismo, para definir los valores a que han de quedar ajustadas las protecciones. Cuando no se estudia la coordinación de las protecciones desde el inicio del diseño, no se logra obtener la efectividad necesaria de las mismas, a menos que se introduzcan cambios en la red diseñada, lo cual implica de hecho, un rediseño de la instalación.

La coordinación no solo ha de establecerse entre las protecciones que integran la red de baja tensión, sino también entre estas y las de media tensión del SEN.

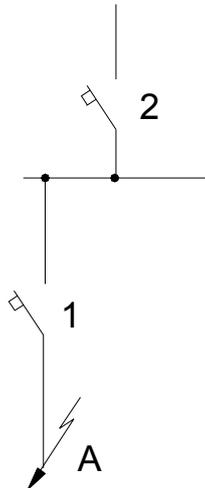
El estudio de coordinación ha de realizarse a través de toda instalación electroenergética.

La coordinación ha de quedar establecida tanto para las protecciones contra las corrientes de sobrecarga, como para las protecciones contra las corrientes de cortocircuito (trifásico y monofásico). El grado de coordinación selectiva a alcanzar requerirá de un análisis económico donde se conjugue la importancia económica de la parte de la red bajo estudio y la de la propia instalación en su conjunto, así como el costo de las protecciones.

Para realizar un correcto planeamiento de la coordinación selectiva de las protecciones, es necesario disponer de las curvas de actuación de las protecciones, o cuando no se dispone de las curvas, conocer al menos qué características de regulación tienen las distintas protecciones existentes en el mercado y los tiempos de actuación de ellas, así como de ciertas recomendaciones específicas. También han de conocerse las magnitudes máximas y mínimas de los cortocircuitos en los puntos principales de la red, entendiéndose por estos, los niveles de cortocircuitos trifásicos y monofásicos máximos y mínimos que aporta el SEN (y el SGEP cuando exista) en las barras de los paneles eléctricos (el extremo de cada circuito alimentador secundario) y al final de cada circuito terminal.

La coordinación selectiva entre dos escalones de protecciones (véase figura 1) puede establecerse por:

- el valor de la corriente que provoca el disparo de cada una de las protecciones (selectividad amperimétrica).
- el tiempo en que actúa cada protección (selectividad por retardo de tiempo).
- el valor máximo de la energía pasante que permite circular cada protección.



**Figura 1 — Coordinación entre dos interruptores**

#### E.4.1 Coordinación amperimétrica

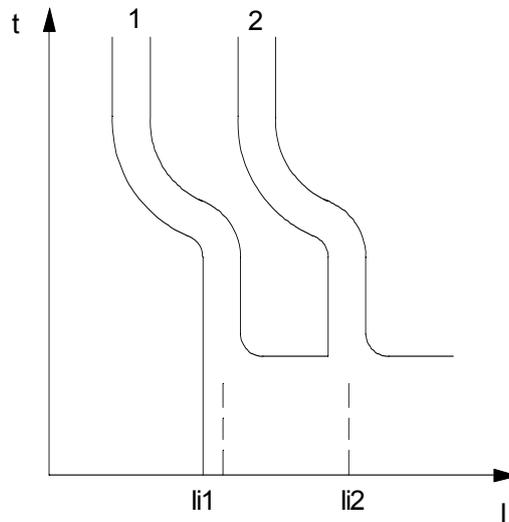
Una coordinación selectiva entre dos protecciones, establecida únicamente sobre la base del valor de la corriente que provoca la operación (disparo) de cada una de ellas, por lo general solo alcanza una selectividad parcial cuando se emplean interruptores estándar, es decir, la selectividad existe si la magnitud de la sobrecorriente no rebasa el valor que provoca el disparo de la protección ubicada en la parte superior de la red. Si la magnitud de la sobrecorriente rebasa el valor que provoca el disparo de ambas protecciones se pierde la selectividad entre las mismas, pudiendo ocurrir el caso de que ambas den simultáneamente la orden de desconexión. Ver figuras 1 y 2.

Para que la selectividad entre dos escalones de protección sea completa ha de cumplirse:

- que no exista solapamiento entre las curvas límites de las protecciones por disparo térmico.
- que la magnitud de la corriente máxima de cortocircuito en el punto “A”, no supere el valor de la corriente de disparo instantáneo ( $I_{i2}$ ) de la protección ubicada en la parte superior de la red (2).

#### NOTA

Esta segunda condición, solo es admisible si la protección térmica del interruptor ubicado en la parte superior de la red (2), garantiza la protección de la instalación para el cortocircuito mínimo en el punto “A”. Cuando no se puede cumplir esto, ha de establecerse una selectividad parcial, tratando que la banda de selectividad entre ambos interruptores sea lo más amplia posible (mediante los posibles ajustes que puedan tener las protecciones del disparo instantáneo) o una coordinación selectiva por retardo de tiempo o por energía pasante.



Si:  $I_{cc} < I_{i2}$  Hay selectividad.  
 Si:  $I_{cc} > I_{i2}$  No hay selectividad.

**Figura 2 — Selectividad por corriente**

#### E.4.2 Coordinación por retardo de tiempo

La coordinación selectiva por retardo de tiempo en la actuación de las protecciones, se establece empleando una protección con disparo de tiempo corto (short time trip) en la posición 2 de la figura 1, esta no es más que la introducción de un retardo intencional de tiempo (fijo o regulable). Ver figura 3 (a).

Una protección selectiva con disparo de tiempo corto puede disponer además de un disparo instantáneo para un valor fijo o ajustable de corriente, para crear un simple escalón de retardo de tiempo, véase Figura 6.3 (b), con lo cual se garantiza:

- un disparo selectivo parcial con un ancho grande de banda selectiva o
- un disparo selectivo completo

Lo que dependerá del valor máximo de la corriente de cortocircuito.

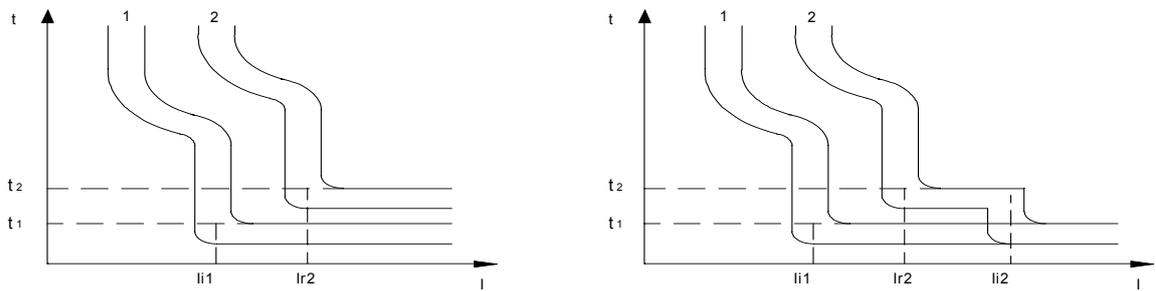
La decisión de emplear una protección con:

- disparo instantáneo
- disparo de tiempo corto y disparo instantáneo

Dependerá de la coordinación establecida con otras protecciones en los niveles superiores y de las magnitudes de los cortocircuitos.

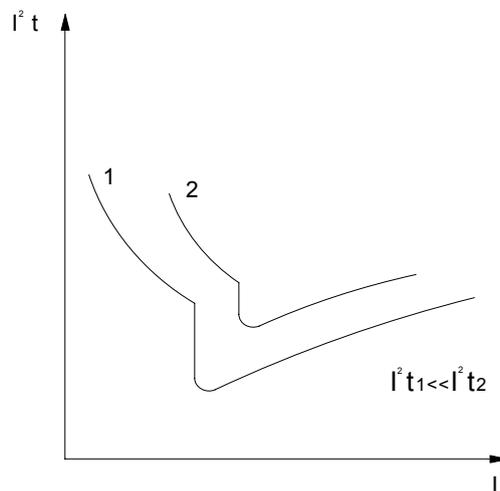
**E.4.3 Coordinación por energía pasante**

Una coordinación selectiva por valor de la energía pasante, tendrá una selectividad completa cuando se instale en la parte más cercana a la carga (posición 1, figura 1b) un interruptor con característica limitadora de operación, mientras que en la posición 2 se emplea un interruptor con una característica estándar de operación y existe una diferencia marcada entre las corrientes especificadas de ambos disyuntores o cuando menos, el valor de la corriente de cortocircuito es alto (véase figura 4)



- a: Con retardo de tiempo
- b: Con retardo de tiempo corto e instantáneo.

**Figura 3 — Selectividad por retardo de tiempo**



**Figura 4 — Selectividad por energía pasante**

**E.4.4 Coordinación entre una cadena de interruptores**

Para una coordinación selectiva de una cadena de interruptores es necesario conocer cuáles son los intervalos de ajuste y los tiempos de actuación de las protecciones.

En el contenido de la presente norma y en el Anexo L se especifican los intervalos de ajuste de corriente y de tiempo de la mayoría de las protecciones. A continuación se precisan otros datos que se deben conocer acerca de las protecciones de sobrecorriente instantánea de interruptores de baja tensión de caja moldeada.

Estos son:

Tipo de interruptor de caja moldeada	Tiempo de demora	
	En dar la orden de apertura	En la limpieza completa de una falla
Estándar	4 a 10 ms	15 a 25 ms
Limitador	0,5 a 1,5 ms	3 a 8 ms

Las bandas de dispersión vertical (unión del disparo térmico con el magnético) pueden alcanzar un 20 % del valor promedio.

Diseñar una coordinación selectiva en una cadena de 3 interruptores en serie, no resulta una tarea fácil con interruptores automáticos de caja moldeada y de hecho resultaría imposible con interruptores tipo estándar, con los cuales solo se podría llegar a alcanzar una coordinación selectiva parcial a expensas de distanciar considerablemente las corrientes especificadas de los interruptores. Por tanto, lograr la selectividad en una cadena de 5 o más interruptores, como la mostrada en la figura 5 (a), constituye un trabajo de ingeniería cuidadoso, por cuanto de ello depende el correcto funcionamiento del sistema de protecciones diseñado y el aseguramiento del suministro eléctrico a otras cargas, cuando por ejemplo, ocurre una falla en el punto “A” de dicha cadena.

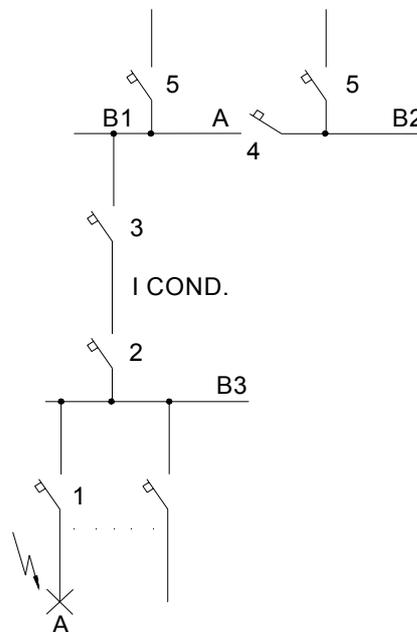


Figura 5ª — Esquema de protección de un sistema

En no pocas ocasiones se verá forzado el diseñador a establecer determinadas condiciones para mejorar la banda de selectividad entre las distintas protecciones. Ejemplos de estos casos pueden ser:

- suprimir un escalón de protecciones, tal es el caso de utilizar un interruptor no automático en la posición 2 (entradas de centros de distribución y paneles de fuerza).
- utilizar interruptores automáticos limitadores para todas las salidas de la barra B3.
- distanciar al máximo posible las corrientes especificadas de los interruptores automáticos de salida de la barra B3 con respecto al de la entrada de la misma (2), y la de este con respecto al que da protección a su alimentador (3), lo que puede implicar un incremento de la sección de conductor para garantizar su protección.
- garantizar al 100 % la protección térmica del alimentador con el interruptor automático 2 y solo las sobrecargas del 145 % o más con el interruptor automático 3, o garantizar al menos con este la protección contra cortocircuitos del alimentador.
- emplear un interruptor automático selectivo con protecciones de operación de tiempo corto en la posición 3, o inclusive en la 2.

La solución más conveniente a adoptar, dependerá tanto de las magnitudes máximas y mínimas de las corrientes de cortocircuito trifásico y monofásico, como de la evaluación económica que representa adoptar aquella menos costosa, sin detrimento del grado de selectividad requerido para la operación correcta del sistema.

En un caso como este será siempre imprescindible establecer una coordinación selectiva mediante protecciones con operación de tiempo corto entre los interruptores automáticos 2 y 3, de ser el 2 un interruptor automático, y posiblemente por energía pasante entre el 2 y los interruptores automáticos de la salida de la barra B3. Ambas condiciones no serán del todo necesarias si un interruptor no automático ocupa dicha posición y existe una diferencia considerable entre las corrientes especificadas de los interruptores automáticos de salida de la barra B3 y el que ocupa la posición 3. Sin embargo, bajo cualquier circunstancia deberá existir una coordinación selectiva mediante protecciones con operación de tiempo corto entre los interruptores automáticos de las posiciones 3, 4 y 5, exceptuándose entre 3 y 4 si todos los interruptores automáticos de salida de las barras B1 y B2 fuesen del tipo limitador.

Mientras que los retardos introducidos por la protección de tiempo corto para los interruptores del tipo caja moldeada pueden estar en el orden de 50, 100 y 200 ms, en los interruptores de potencia con ruptura al aire montados en bastidores, estos retardos son de 100, 200, 300, 400 y 500 ms por lo general. De acuerdo con el tipo de disparo que emplee la unidad de disparo de tiempo corto del interruptor, se requerirá una magnitud de retardo que será de 50 a 70 ms si la unidad es de estado sólido y de 100 a 120 ms si es electromecánica.

Un ejemplo de lo que puede ser una coordinación de las protecciones en una instalación electroenergética se puede apreciar en las figuras 5b y 5c.

Es conveniente señalar que las protecciones de disparo de tiempo corto determinan el incremento de la sección del conductor que protegen, las cuales deben ser verificadas mediante la expresión:

$$S = (I^2 t)^{1/k}$$

Regulaciones

Gama	Corte al aire	Caja moldeada	Caja moldeada	Caja moldeada
Relé	Electrónico selectivo	Electrónico	Termomag. ajustable	Termomag. fijo
Curva	-	-	-	-
Calibre	2000 A	400 A	100 A	20 A
Largo retardo				
Io	1,00	1,00	1,00	-
Ir	1,00	1,00	1,00	-
Tr	120,0 seg	120,0 seg	120,0 seg	-
Corto retardo				
Im/Id	10,0 (20000 A)	(1200 A)	2,00 (200 A)	-
I <sup>2</sup> t	OFF	-	-	-
tm/tsd	0,4 seg	-	-	-
Instantáneo				
Ii	OFF	11,00 (4400,0 A)	11,00 (1100,0A)	120 A
Selectividad				
Límite		Selectividad total	Selectividad total	Selectividad parcial Hasta 120 A

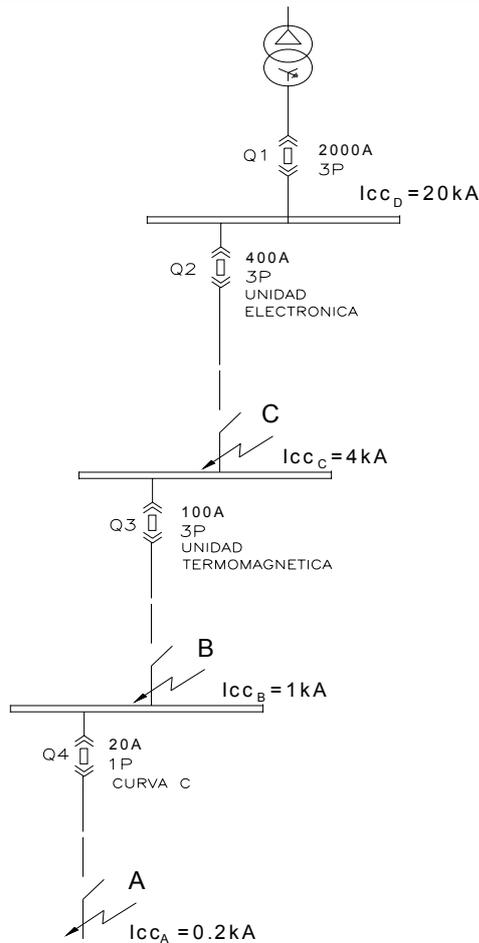
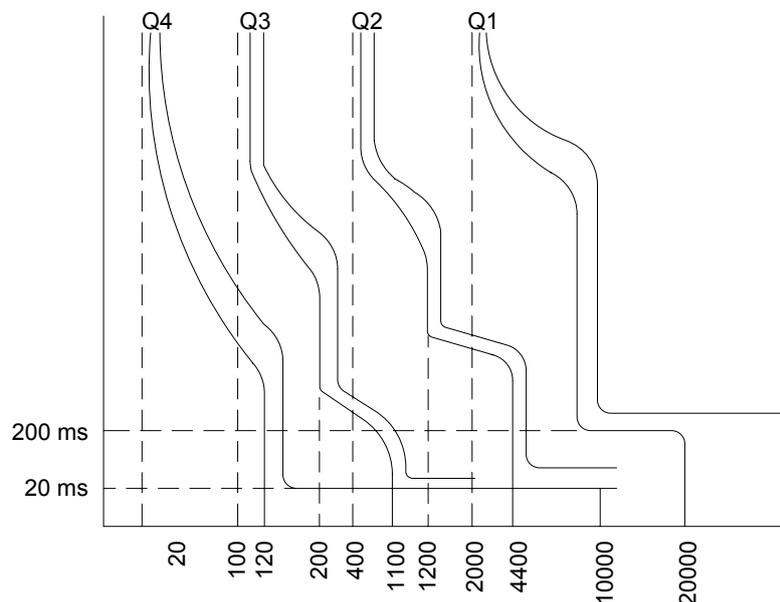


Figura 5b — Ajuste de las protecciones de un sistema



**Figura 5c — Representación de la coordinación de las curvas de disparo para el esquema de la figura 5b**

#### **E4.5 Coordinación de las protecciones de falla a tierra**

El análisis de la coordinación selectiva de las protecciones de falla a tierra se realiza con el mismo método que el de las protecciones contra cortocircuitos entre fases, solo que, por lo general, se implementa una coordinación selectiva por retardo de disparo de tiempo corto entre los interruptores automáticos superiores de la red.

Es necesario comprobar si las protecciones instantáneas de salida de los circuitos terminales actúan para los valores mínimos de fallas monofásicas. Cuando no se puede lograr que estas fallas sean limpiadas por dichas protecciones instantáneas, deberán ajustarse las protecciones contra las fallas a tierra de los interruptores automáticos superiores de la red al 38 % de dichos valores mínimos o a los valores mínimos regulables de estas protecciones.

Un ejemplo de coordinación de falla a tierra se muestra en las figuras 5b y 5c (I).

#### **E4.6 Coordinación de las protecciones del interruptor automático en el lado de baja tensión de transformador con la del fusible del lado de media tensión**

En adición a todo lo expresado, ha de considerarse lo siguiente para establecer una coordinación de disparo selectivo entre las protecciones de MT y BT:

- las características propias de los fusibles (Figuras 6.7, 6.8 y 6.9) y las recomendaciones de empleo de los fabricantes según normas (véanse tablas 6.1 y 6.3).
- los efectos térmicos dinámicos máximos que soporta el transformador, los cuales vienen dados por:
  - sobrecarga máxima momentánea del 400 % al 600 %.

- los puntos extremos que establece la norma ANSI, que corresponden en transformadores delta-estrella a los valores en una falla monofásica:

14,43 In durante 2 s. 9,58 In durante 4 s.

11,55 In durante 3 s. 8,25 In durante 5 s.

- la sobrecorriente de conexión del transformador en vacío equivalente a 12 veces su corriente primaria especificada para 100 ms.
- la magnitud de las corrientes de cortocircuito.

Esta coordinación ha de realizarse mediante su gráfico correspondiente (en escala log-log) para una correcta apreciación, trasladando todos los valores de la corriente a la referencia de la tensión primaria o secundaria.

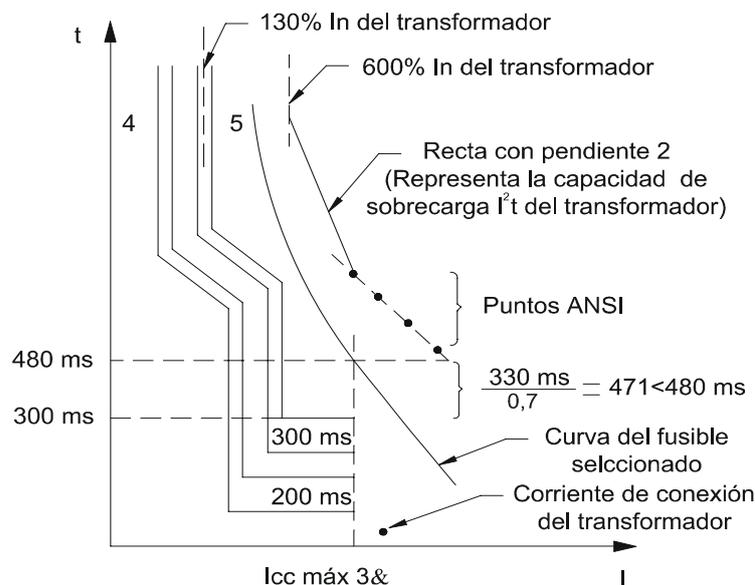
Debe tenerse especial cuidado en que la curva del tiempo mínimo de fusión (melting time) del fusible de media tensión cumpla con todo lo relacionado a continuación:

- admita la sobrecarga máxima que se impondrá al transformador.
- no actúe para la corriente de conexión en vacío del transformador.
- actúe para tiempos menores que los establecidos para las magnitudes de las corrientes de los puntos ANSI.
- para todo valor de corriente de cortocircuito se cumpla que:

**Tiempo de operación del interruptor de BT/0,7 < Tiempo mínimo de fusión del fusible**

Además debe verificarse que la capacidad interruptiva del interruptor porta fusible sea superior al nivel de cortocircuito máximo prospectivo del SEN.

Un ejemplo de todo lo antes expuesto se puede apreciar en la figura 6.



**Figura 6 — Representación gráfica de la protección del transformador y coordinación entre la protección de MT y BT**

**Tabla 3 — Recomendaciones de las corrientes mínimas especificadas de los fusibles para la protección de transformadores de potencia**

Capacidad del transformador en kVA	Corriente especificada (A)					
	Fusible curva K		Fusible curva E		Fusible APR	
	15 kV	33 kV	15 kV	33 kV	15 kV	33 kV
250	20	10	20	10	25	10
400	40	15	25	15	40	16
630	50	20	40	20	63	25
1000	80	30	65	25	100	40

**NOTAS**

1. Los fusibles en ácido bórico curva K-NEMA, se montarán en interruptores portafusibles, de simple o doble expulsión, con caída libre, instalados a la intemperie, sobre postes de líneas aéreas.
2. Los fusibles en ácido bórico curva E-NEMA, se montarán en interruptores portafusibles de potencia (power fuse), de doble expulsión, con caída libre, instalados a la intemperie, sobre postes de líneas aéreas o en interruptores portafusibles con expulsión de gases controlada y silenciosa sin caída libre, para montaje interior.
3. Los fusibles en cuarzo APR (alto poder de ruptura) son del tipo limitador, sin expulsión de gases, montados en bases portafusibles para uso exterior, interior o en celdas de media tensión. Cumplirán la norma IEC-282-I y sus dimensiones según DIN 43625.
4. Los fusibles curva K con poder de ruptura superiores a 5000 A, serán de doble expulsión.
5. Preferencia de empleo:

- para intemperie.

Se empleará fusible de curva K montado en interruptor portafusible de expulsión (simple o doble), con caída libre.

- para interiores.

Se empleará fusible de curva E montado en interruptor portafusible de expulsión controlada y silenciosa, sin caída libre.

CURVAS DE FUSION  
12KV

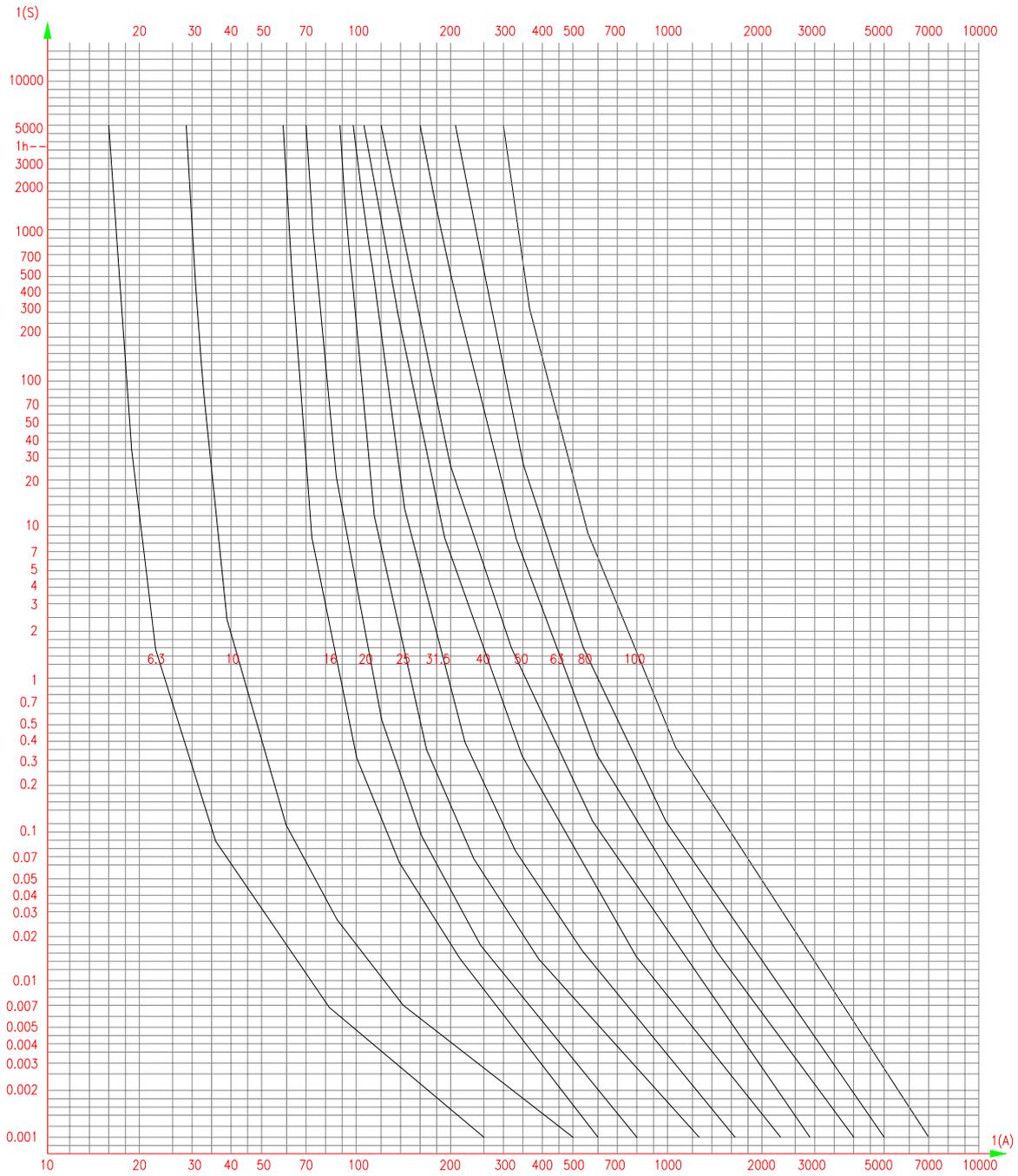


Figura 7 — Curva I vs t, de tiempo mínimo de fusión

CURVAS DE FUSION  
24KV

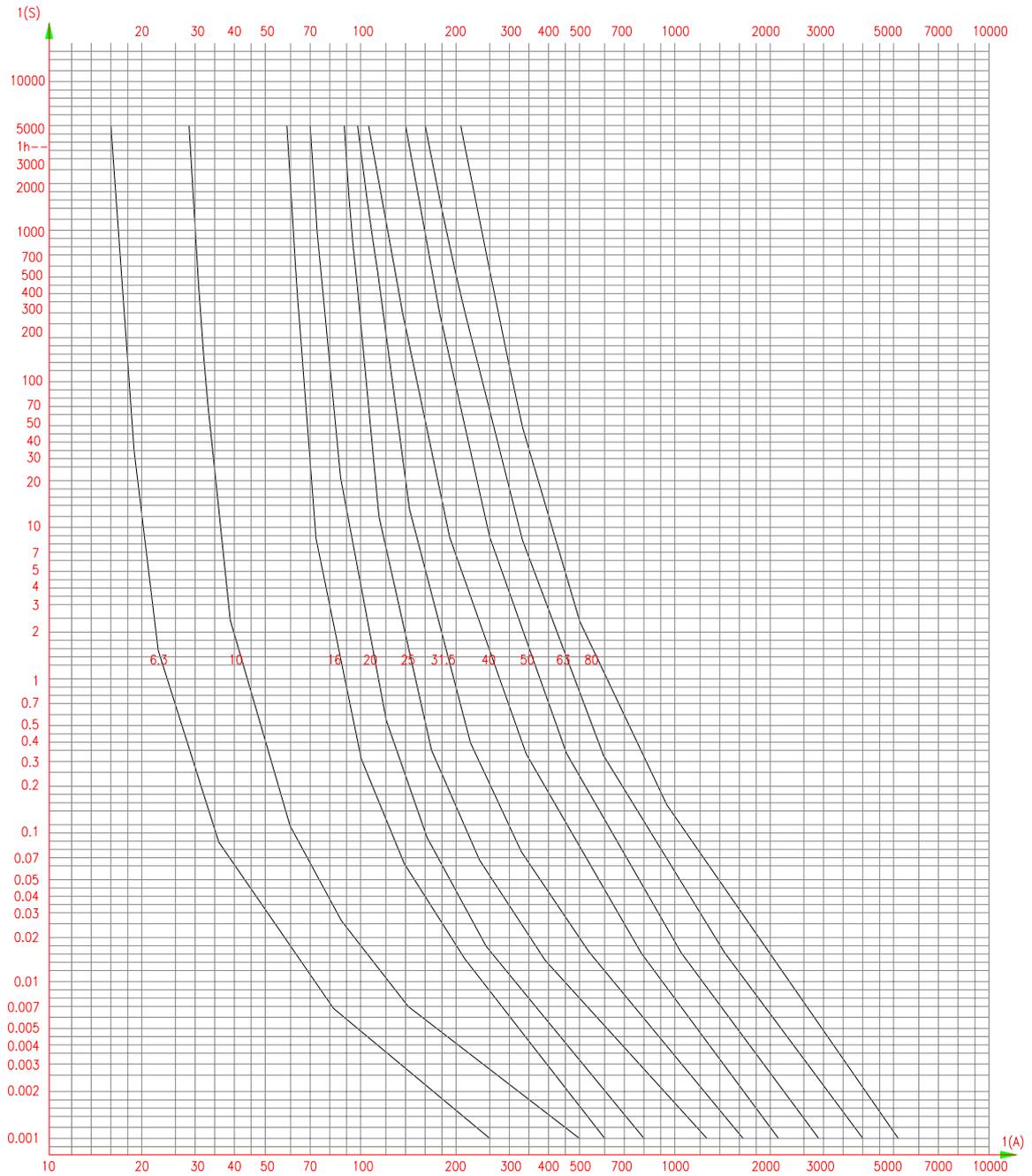


Figura 8 — Curva I vs t, de tiempo mínimo de fusión

CURVAS DE FUSION  
36KV

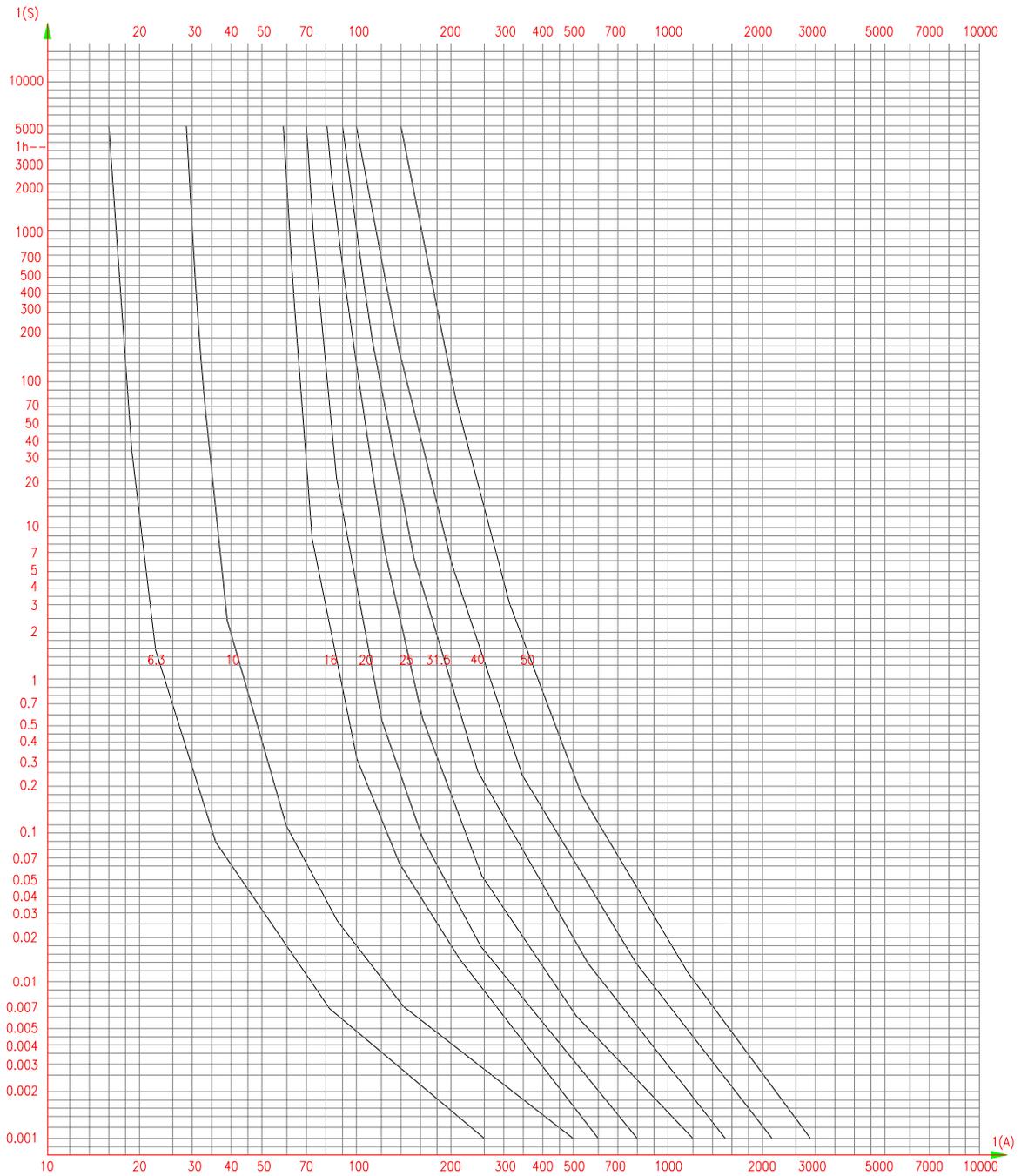


Figura 9 — Curva I vs t, de tiempo mínimo de fusión

**Anexo F**  
(normativo)

**Iluminación de emergencia**

**F.1 Objetivo**

La iluminación de emergencia se establece con los objetivos siguientes:

- permitir la continuación de las actividades de los huéspedes y del personal de trabajo cuando falla la iluminación normal por una interrupción en el suministro de energía eléctrica desde el SEN.
- permitir la continuación del trabajo en los locales en que resulte necesario para restablecer el suministro normal de energía eléctrica o para realizar trabajos relacionados con la seguridad de las personas o de los bienes, o de ambos.
- contribuir a que la evacuación de huéspedes y trabajadores de las edificaciones del establecimiento, siempre que sea necesario, se ejecute con seguridad y rapidez.

Los sistemas de iluminación de emergencia se clasifican, según sus objetivos en:

- Iluminación de reserva.
- Iluminación de seguridad.
- Iluminación de evacuación.

**F.2 Iluminación de reserva**

La iluminación de reserva en un establecimiento de alojamiento es de carácter obligatorio.

La cantidad y calidad de la iluminación de reserva satisfará los requisitos mínimos de iluminación requeridos para el desenvolvimiento de las actividades correspondientes en los distintos locales.

La iluminación de reserva se obtendrá, generalmente, utilizando algunas o todas las luminarias instaladas para la iluminación normal. En ningún caso la iluminación proporcionada por la iluminación de reserva será inferior a 30 lx.

El tiempo máximo de entrada en servicio de la iluminación de reserva no será superior a 10 s luego de producida la falla de la iluminación normal.

La iluminación de reserva de cada local, área o zona estará alimentada desde una fuente normal de suministro distinta a la que alimenta la iluminación normal del correspondiente local, área o zona. Se ha de considerar que en este caso se hallan los establecimientos que tienen doble fuente de alimentación desde el SEN y también aquéllos que, teniendo una sola fuente del SEN, cuentan con dos TPP y el secundario es selectivo, en cuyo caso, para los fines de este apartado, cada sección de la barra de baja tensión se considera como una fuente distinta.

Cuando el centro general de distribución de baja tensión del establecimiento tiene una barra no seccionada, la iluminación de reserva de cada local, área o zona estará alimentada desde un panel de iluminación distinto al que alimenta la iluminación normal del correspondiente local, área o zona, estando ambos paneles energizados por alimentadores distintos del CGD.

Cuando se produce la interrupción de la iluminación normal y de la de reserva, se pondrán en servicio automáticamente la iluminación de evacuación.

La iluminación de reserva tendrá como fuente alternativa de energía eléctrica a un grupo electrógeno o a más de uno.

### **F.3 Iluminación de seguridad**

La iluminación de seguridad es de carácter obligatorio en los establecimientos de alojamiento de cualquier categoría.

La iluminación de seguridad se proveerá en todo local vinculado con el suministro de energía eléctrica, tanto normal como de emergencia, así como en la sala de calderas y sala de máquinas de refrigeración o en cualquier otro que se determine expresamente en el Programa de cada establecimiento específico.

La iluminación de seguridad se podrá obtener:

En los establecimientos que cuentan con suministro de emergencia de energía eléctrica, con la iluminación de reserva (ver apartado 2 de este Anexo) complementada con luminarias autónomas no permanentes que comenzarán a funcionar en caso de que falle el suministro de emergencia.

Con luminarias autónomas no permanentes únicamente.

El tiempo máximo de entrada en servicio de la iluminación de seguridad dada por las luminarias autónomas no será superior a 1 s.

### **F.4 Iluminación de evacuación**

La iluminación de evacuación es de carácter obligatorio en los establecimientos de alojamiento de cualquier categoría.

El diseño de la iluminación de evacuación garantizará que:

- a) Las vías y salidas de evacuación queden claramente indicadas.
- b) El nivel de iluminación a lo largo de las vías de evacuación sea el establecido, a fin de permitir los desplazamientos seguros de las personas hacia las salidas y las salidas de emergencia, y el paso a través de ellas, así como a hacer posible que sea visible cualquier objeto situado en las vías de evacuación.
- c) Ser perfectamente visible todo equipo o sistema relacionado con la extinción de incendios ubicado en la vía de evacuación, para permitir su rápida localización y utilización, estando iluminados permanentemente.
- d) Haya iluminación de orientación que permita a las personas dirigirse con seguridad hacia las salidas de evacuación, en locales con superficie no menor que 50 m<sup>2</sup> y un factor ocupacional de 1 persona cada 10 m<sup>2</sup>.
- e) Al producirse la interrupción total de la iluminación normal y la de reserva, entre en funcionamiento automáticamente la iluminación de evacuación.

#### F.4.1 Señalización de las vías y salidas de evacuación

Se colocarán señales de seguridad que permitan con facilidad reconocer las salidas de emergencia y de evacuación cumpliendo con lo establecido en la NC 94-24 y garantizando que todas las señales sean perfectamente visibles para las personas que se desplazan.

Cuando la visión directa de una salida resulte difícil o imposible desde alguna posición en que se encuentren personas, se proveerán las señales direccionales que sean necesarias para lograr la orientación progresiva de las personas hacia la salida adecuada más próxima a su ubicación, quedando dichas señales correctamente iluminadas.

Toda salida de emergencia y de evacuación estará identificada por una señal que llevará inscrita la leyenda SALIDA DE EMERGENCIA o SALIDA, según corresponda.

Las señales direccionales llevarán inscrita la leyenda correspondiente junto a una flecha suplementaria, la que podrá formar parte de la señal o estar ubicada próxima a ella. En este último caso, se recomienda que la distancia entre la señal y la flecha se halle entre 25 y 50 mm y que en ningún caso exceda de 150 mm.

Las señales se confeccionarán según lo establecido en NC 96-24 y NC 19-04-11, así como en este Anexo. Las señales se ubicarán a una altura comprendida entre 2,0 y 2,5 m sobre el nivel del piso, medida esta distancia hasta la parte inferior de la señal.

Las señales de las salidas de emergencia y las señales direccionales vinculadas con ellas no estarán iluminadas durante el tiempo en que funcione la iluminación normal. Estas señales se iluminarán únicamente en los casos en que sea necesario evacuar a las personas a través de las salidas de emergencia.

Las señales de las salidas y vías de evacuación y las señales direccionales vinculadas por ellas estarán iluminadas todo el tiempo y continuarán en ese estado cuando falle la fuente de energía de la iluminación normal.

La iluminación de las señales se logrará mediante:

- Luminarias integradas con la señal, en los establecimientos de 5, 4 y 3 estrellas.
- Luminarias externas a la señal, normalmente asociadas con letras pintadas o aplicadas, en los establecimientos de 2 y 1 estrellas.

En los locales en que es necesario apagar o amortiguar la iluminación normal, se utilizarán luminarias integradas con la señal y no se permite que sus lámparas anulen o disminuyan su flujo luminoso.

La altura (H) de las leyendas se calculará sobre la base de la distancia de reconocimiento y el factor de distancia, mediante la expresión:

$$H = L/Z \text{ mm}$$

donde

L - distancia de reconocimiento, en mm.

Z - factor de distancia, con valor de 200.

Las leyendas se hacen como se indica en las figuras de este Anexo.

En ausencia de la iluminación normal, el contraste entre la cara iluminada de la señal y el entorno inmediato sobre el cual ésta se destaca será el adecuado para que la leyenda sea visible con claridad y para que no haya deslumbramiento.

El contraste dentro de la propia señal permitirá el reconocimiento con facilidad del mensaje, lo mismo en presencia de la iluminación normal que en su ausencia.

El contraste  $C$  entre la luminancia (brillo) de la señal y la luminancia del fondo satisfará la expresión siguiente:

$$5 < C = L_1 / L_2 < 15$$

donde

$L_1$  - luminancia de la señal.

$L_2$  - luminancia del fondo.

La relación ( $g$ ) de luminancias en la propia señal cumplirá con la expresión siguiente:

$$g = L_{\min} / L_{\max} \cong 0,2$$

donde

$L_{\min}$  - valor mínimo de la luminancia de la señal.

$L_{\max}$  - valor máximo de la luminancia de la señal.

La variación de la luminancia en la señal será suave, sin cambios bruscos.

Siempre que sea posible, las señales se colocarán perpendicularmente a la línea de visión de las personas que se desplazan por la vía de evacuación.

#### **F.4.1.1 Iluminación de las vías de evacuación**

La luminancia sobre el plano de referencia en el centro de la vía de evacuación no será inferior a 1 lx en interiores y 0,2 lx en exteriores, considerándose que esta luminancia mínima se produce a la mitad de la distancia entre dos luminarias consecutivas de la iluminación de evacuación.

La relación de uniformidad de luminancias no será mayor que 40:1 a lo largo de la línea central de la vía de evacuación. En ningún caso puede producirse una variación brusca de zonas claras a oscuras sobre el piso o viceversa.

La luminancia media de la iluminación de orientación no será inferior a 5 lx.

La intensidad luminosa máxima de las luminarias de la iluminación de evacuación estará en dependencia de la altura a que estén montadas sobre el piso, estando en correspondencia con los valores de la Tabla 1.1 de este Anexo para evitar que se produzca deslumbramiento.

**Tabla 1 — Intensidad luminosa máxima de las luminarias en función de la altura de montaje**

Altura de montaje de la luminaria sobre el piso (m)	Intensidad luminosa máxima (cd)
2,0	100
2,5	400
3,0	900
3,5	1600
4,0	2500
4,5	3500
5,0	5000

De utilizarse reflectores o proyectores, se montarán de forma que estén dirigidos de manera que no deslumbren a las personas que se desplazan por la vía de evacuación.

Las luminarias utilizadas en las vías de evacuación se ubicarán como se señala en las normas NC 96-24 y NC 96-35 y según se establece a continuación:

- cerca de cada salida de emergencia,
- cerca de cada salida de evacuación,
- en todo sitio en que sea necesario destacar la existencia de un elemento de peligro,
- cerca de cada intersección de pasillos o corredores,
- cerca de cada caja de escalera, de modo tal que cada tramo reciba luz de forma directa,
- donde haya un cambio de nivel en el piso de la vía de evacuación.

Se agregarán luminarias adicionales para garantizar que la luminancia a lo largo de la vía de evacuación cumpla con las exigencias establecidas de luminancia mínima y de uniformidad de luminancia.

Todo objeto que pueda representar un elemento de peligro para personas que se desplazan a lo largo de una vía de evacuación se pintará en colores claros que contrasten con el medio circundante.

Las superficies verticales que corresponden a cambios de dirección en las vías de evacuación se han de pintar e iluminar de manera que sea fácil verlas bajo condiciones de emergencia.

Las luminarias no se montarán a una altura inferior a 2,0 m sobre el nivel del piso, medida esta distancia hasta la parte inferior de la luminaria.

Se tendrá en cuenta la posibilidad de acumulación de humo durante una emergencia, lo que podría reducir apreciablemente la eficacia de la iluminación, particularmente si la altura de montaje es considerable.

Para permitir que la salida final sea traspasada sin temor y con seguridad, la luminancia en el área exterior inmediata a la salida no será inferior a la luminancia en el lado interior de la salida. A tal fin, las luminarias en el exterior mencionado estarán vinculadas eléctricamente con el sistema de la iluminación de evacuación.

Se instalará una luminaria de emergencia en todo ascensor y montacargas en que viajan personas, la que será del tipo autónomo preferiblemente.

Los servicios sanitarios y taquillas se preverán con iluminación de orientación si su superficie es mayor de 20 m<sup>2</sup>.

Los parqueos bajo techo y los locales subterráneos tendrán las vías de evacuación, salidas de emergencia y salidas provistas de iluminación y señalización de evacuación tal como si se tratara del interior de una edificación, para que sean identificables con facilidad.

#### **F.4.1.2 Tiempo de entrada en servicio de la iluminación y la señalización de evacuación**

Este no será superior a 5 s.

Tiempo mínimo de servicio de la iluminación y la señalización de la evacuación.

El tiempo mínimo de servicio de la iluminación y la señalización de evacuación (autonomía de las luminarias durante una emergencia) no será inferior en ningún caso a 2 h.

A fin de garantizar el tiempo mínimo de servicio, la fuente de energía que alimente la iluminación y la señalización de evacuación no podrá utilizarse para otros fines que para las cargas de emergencia.

Los valores mínimos de luminancia establecidos en el punto 1.5.4 de este Anexo se cumplirán durante el tiempo mínimo de servicio especificado anteriormente.

### **F.5 Instalaciones eléctricas para la iluminación de emergencia.**

#### **F.5.1 Requisitos generales**

Las instalaciones eléctricas destinadas a la iluminación de emergencia cumplirán con los requisitos establecidos en esta norma y con los requisitos particulares de este Anexo.

Las instalaciones eléctricas para la iluminación de evacuación se diseñarán para que su resistencia al fuego sea tal que quede garantizado el funcionamiento con efectividad de sus circuitos durante el tiempo mínimo de 2 h después de declarado un incendio.

Las luminarias de la iluminación de emergencia en un local, cuando son de igual modelo que las de la iluminación normal, se han de marcar convenientemente para distinguir unas de otras.

#### **F.5.2 Instalaciones eléctricas para la iluminación de reserva**

La iluminación de reserva se obtiene utilizando, generalmente, algunas de las luminarias instaladas para la iluminación normal o la totalidad de ellas, por lo que sus instalaciones eléctricas se proyectarán y ejecutarán según los requisitos establecidos para este tipo de iluminación.

#### **F.5.3 Instalaciones eléctricas para la iluminación de seguridad**

Las instalaciones eléctricas para la iluminación de seguridad serán exclusivas para este fin y se proyectarán y ejecutarán en formas independientes y separadas de las instalaciones eléctricas previstas para otros servicios.

En general, para la instalación de la iluminación de seguridad se han de seguir los requisitos establecidos para la instalación de la iluminación de evacuación.

#### **F.5.4 Instalaciones eléctricas para la iluminación de evacuación**

Las instalaciones eléctricas destinadas a alimentar las luminarias y señalizadores de la iluminación de evacuación serán exclusivas para este fin y se ejecutarán separadas de las instalaciones eléctricas previstas para otros servicios.

Cuando la iluminación y la señalización de evacuación se obtienen con luminarias no autónomas alimentadas por un grupo electrógeno, las instalaciones eléctricas correspondientes se ejecutarán con tuberías de acero galvanizado.

Los dispositivos para la protección de los circuitos contra las sobre corrientes se dispondrán en un panel independiente, al que tendrá acceso sólo el personal autorizado. Los dispositivos tendrán identificaciones que permitan reconocer los distintos circuitos.

Como el empleo de lámparas fluorescentes es recomendable por su mayor rendimiento luminoso, se tendrán en cuenta las tolerancias en la tensión del balastro electrónico en las luminarias autónomas.

Los conductores de los circuitos de la iluminación de evacuación no se instalarán en los huecos de ascensores u otros huecos verticales similares, aunque se permite la instalación en los huecos de ascensores con características resistentes a los incendios.

Toda la instalación de la iluminación y la señalización de evacuación dispondrán de los dispositivos necesarios que permitan simular la falla de la fuente normal de energía eléctrica y poder así comprobar su funcionamiento.

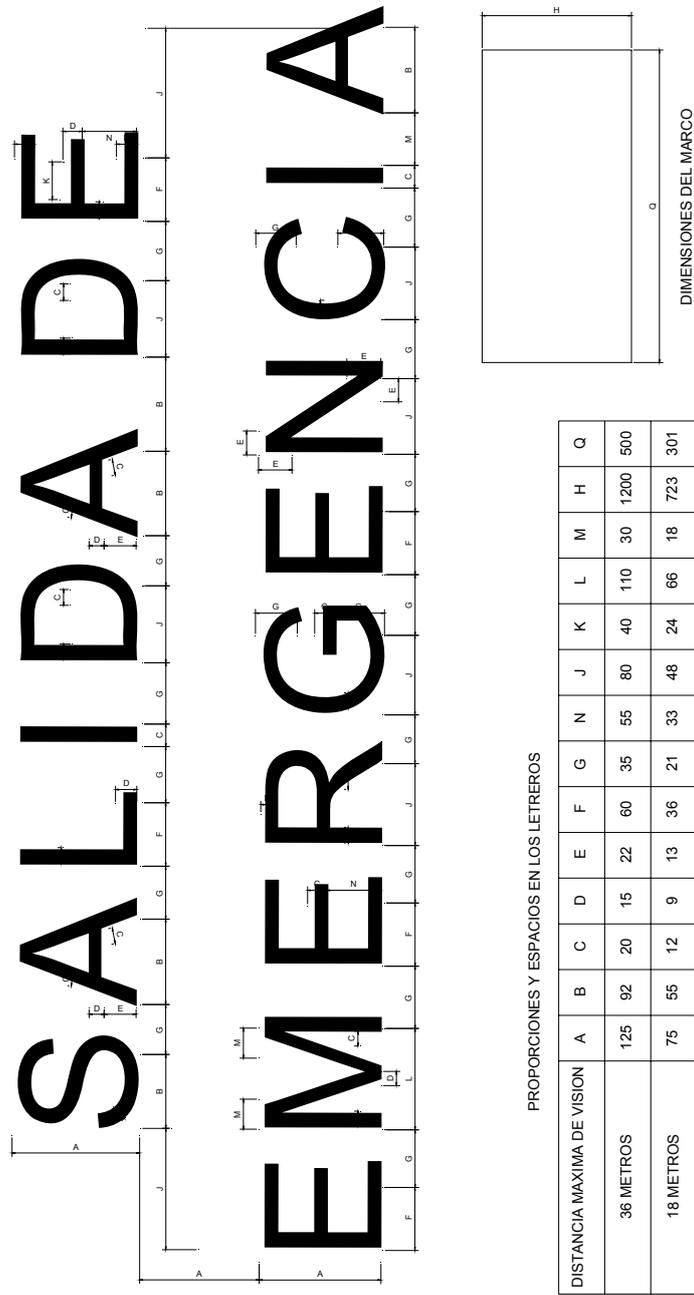


Figura 1a — Letrero

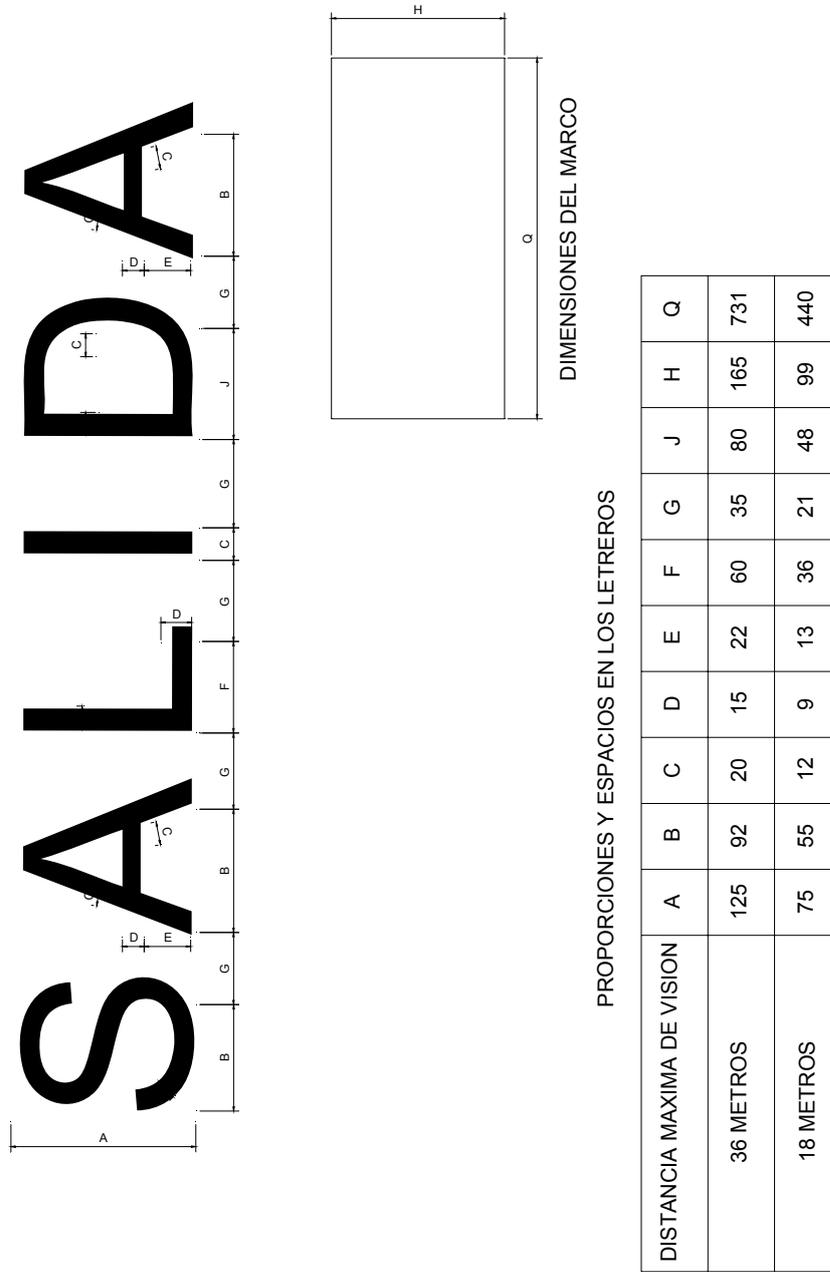


Figura 1b — Letrero

Figura 1.3

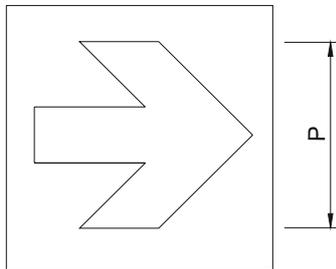


Figura 1.4

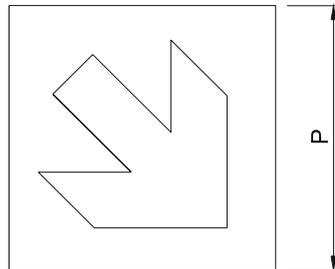


Figura 1.5

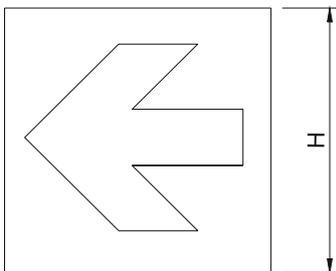
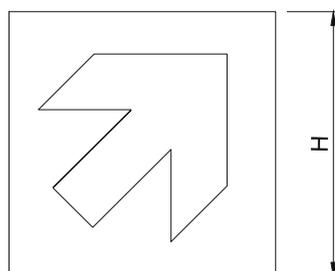
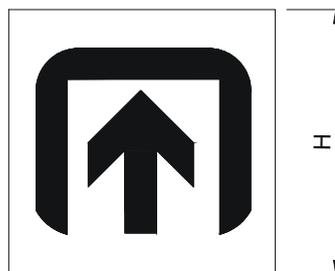


Figura 1.6



Pictografías en color blanco sobre fondo verde  
Pmín = 70 mm                      Hmín = 100 mm

Figura 1.7



Pictografía para indicar que se trata de una puerta, pasillo, comedor o escalera sin salida al exterior.  
Podrá acompañarse de leyenda "Circulación sin salida", color negro sobre fondo amarillo

## **Anexo G** (informativo)

### **Canalizaciones eléctricas de baja y media tensión**

#### **G.1 Generalidades**

Los conductores se canalizarán de diferentes formas, lo cual debe ejecutarse conociendo las características del lugar de instalación, para la elección de un correcto trazado y una forma de instalación adecuada.

Serán consideradas la topografía del lugar, así como las construcciones existentes.

La traza debe de ser lo mas recta posible, evitándose las inflexiones, pero teniéndose en consideración la disposición de otras redes que puedan existir, así como otras construcciones, no debiendo escogerse terrenos donde existan sustancias peligrosas que puedan dañar las futuras instalaciones.

Las líneas de cables no deben quedar en lugares abiertos donde posteriormente a la instalación se puedan realizar excavaciones o construcciones que dañen la misma o puedan afectar el personal que labora en el lugar.

En resumen, la traza debe de elegirse de tal manera que asegure la máxima seguridad de funcionamiento de la línea de cables, así como una garantía para la explotación.

#### **G.2 Características**

Las líneas de cables que son instaladas en zanjas directamente en el terreno (cables directamente enterrados), tendrán las siguientes profundidades mínimas:

- Para instalaciones de baja tensión (Hasta 1000 V.) 700 mm
- Para instalaciones de media tensión (Hasta 34500 V.) 900 mm

Las secciones típicas

Para detalles de instalaciones ver figuras 1 a la 12.

#### **G.3 Procedimiento para la instalación de conductores directamente enterrados**

Las instalaciones de líneas de cables directamente enterrados se realizan de la siguiente manera:

- Se ejecuta el trabajo de excavación de la zanja, la cual tendrá una profundidad de 1000 mm en los casos de instalaciones de media tensión y 800 mm para el caso de instalaciones baja tensión, estando su ancho de acuerdo con la cantidad de cables a instalar, siendo el mínimo de 600 mm.
- Una vez alcanzada la profundidad de la zanja, se limpia bien el fondo, de manera que quede libre de piedras o cualquier objeto que pueda dañar los cables.
- A continuación se procede a verter una capa de 100 mm de arena de río o lavada, la cual sirve para apoyar los cables y mejorar la disipación térmica.
- Posteriormente se procede a instalar los cables sobre el lecho de arena (Ver requisitos generales para la instalación de cables en zanja) colocando una losa prefabricada de hormigón o bloque de espesor mínimo (60 mm) entre los diferentes circuitos en toda su longitud.

- Seguidamente se vierte otra capa de arena de 100 mm de espesor, con las mismas características que la anterior.
- A continuación sobre la traza de los cables se colocan losas de hormigón o bloques de espesor mínimo.
- Después se rellena la zanja con material de mejoramiento (libre de piedras), el cual será compactado por vía manual o mecánica en capas no mayores de 150 mm.

### G.3.1 Métodos para la instalación de líneas de cables en zanjas

Deben cumplirse las siguientes regulaciones para la instalación de líneas de cables directamente enterradas en zanjas:

a) Directamente sobre zanja.

- El tendido se realiza desde un vehículo en movimiento, lo cual es posible cuando la zanja no atraviesa otras construcciones. El carrete es montado adecuadamente sobre una base, la cual a su vez se coloca sobre la plataforma de vehículo o en un remolque, desenrollando el cable a mano y depositándolo en la zanja.

b) Método de rodillos y poleas.

- Se coloca el carrete de cable adecuadamente sobre una base de modo que pueda girar libremente, en el extremo opuesto, se coloca el equipo de tracción (Winche), halándose el cable de acero hasta el carrete para enganchar al mismo.
- Se colocan posteriormente los rodillos en la zanja a lo largo de toda la trayectoria, espaciándolos de manera tal que el cable no se arrastre por el suelo.
- Se realiza entonces la tirada del cable, la cual debe de hacerse suavemente, verificando además la tensión aplicada al mismo.

c) Método manual

- Se distribuye el personal a lo largo de toda la trayectoria, realizándose la tirada manualmente, debiéndose tener en consideración que el cable no quede tenso.

### G.4 Método de la instalación de líneas de conductores por ductos

- Cuando las líneas de cables se instalan debajo de aceras o áreas pavimentadas, así como en el cruce con otras redes técnicas soterradas, deben ser ejecutadas en líneas de conductos, a fin de evitar roturas posteriores de las áreas pavimentadas o en las redes técnicas por fallos de las líneas de cables.
- Los tubos que conforman la línea de conductos tendrán una superficie interna lisa, sin rebabas, lo que permitirá que el cable se arrastre sin deteriorar su cubierta exterior, estos podrán ser de asbesto cemento o plástico de paredes gruesas.
- El acoplamiento entre los tubos se realizará mediante nudos, garantizando una seguridad máxima en la junta.
- Después de conformada la sección de línea de conductos, se envuelve en hormigón de  $175 \text{ kg/cm}^2$ , estando la cantidad de tubos a colocar en dependencia del número de circuitos a instalar y de los tubos de reserva que deban quedar.
- Cuando se ejecuten las instalaciones por líneas de conductos, los cambios de dirección en el plano horizontal y vertical, así como en grandes longitudes se construirán registros de

hormigón armado, los cuales pueden tener diferentes configuraciones (2 vías, 3 vías ó 4 vías), en dependencia de la instalación que se realice.

- La distancia entre registros no será mayor de 40 m, debiendo tenerse presente además que las líneas de conductos tendrán una pendiente mínima de 1%, facilitando esto que el agua drene hacia los registros.

### G.5 Método de la instalación de líneas de conductores por en Interiores

- En el caso de que los alimentadores se ubiquen en el interior de las edificaciones, serán instalados por pasillos o patinejos (distribución vertical), mediante bandejas (Charolas) que podrán ser de acero galvanizado o de material plástico, estando en ambos casos perforadas con el fin de obtener la ventilación requerida para los cables.
- Otra forma de instalación es la ejecutada por cepos de madera dura o material no combustible. Pudiendo estar en ambos casos soportados al techo, paredes, columnas, vigas o cerchas.
- Las bandejas superiores corresponderán a los cables de media tensión, estando los de baja tensión a una distancia mínima de 300 mm por debajo de estos.
- Todo el material metálico será convenientemente conectado a tierra por un conductor de sección adecuada.
- Los cables instalados en las bandejas quedarán fijados a ellas por medio de cintas u otros medios destinados a ese fin, con el propósito de que puedan soportar esfuerzos producidos por corrientes de falla sin alterar sus posiciones.
- Las secciones típicas para las instalaciones de cables de MT y BT, se diseñaran de acuerdo a lo establecido en este Anexo.

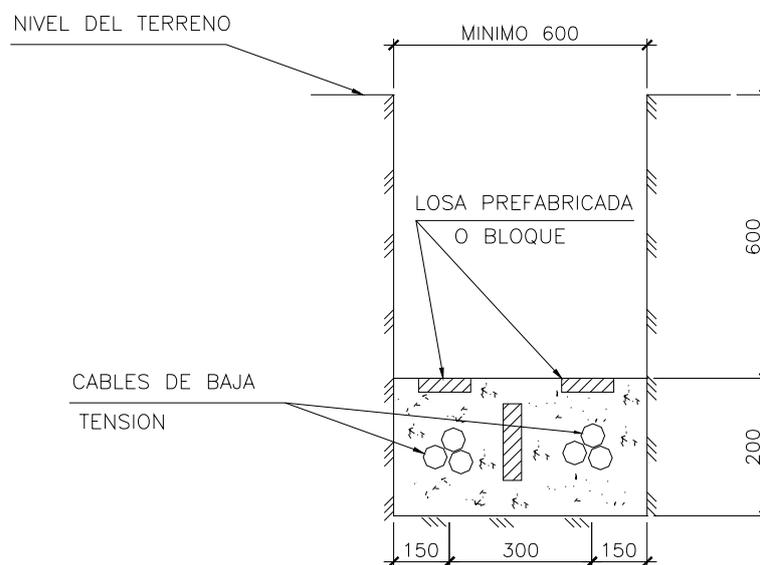
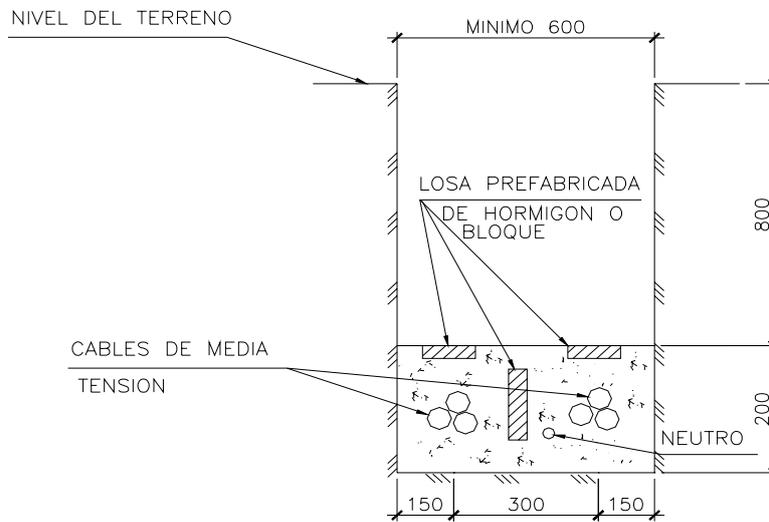
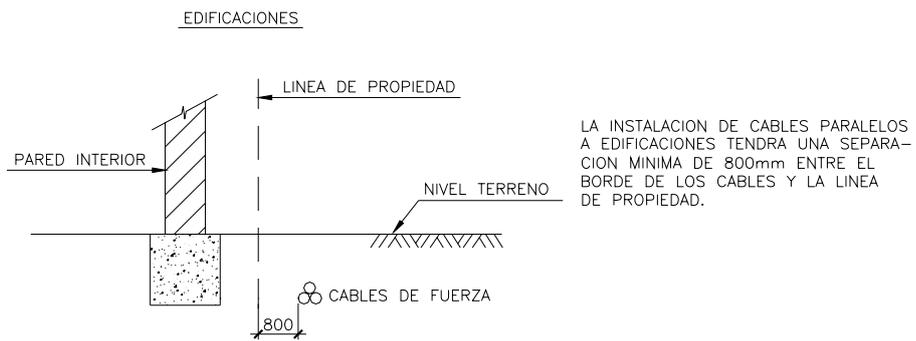


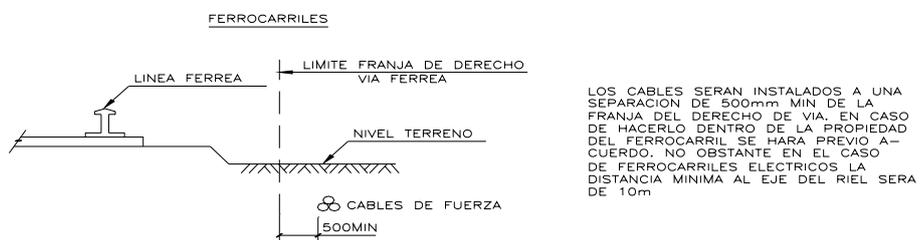
Figura 1 — Sección típica de zanja para instalaciones de BT



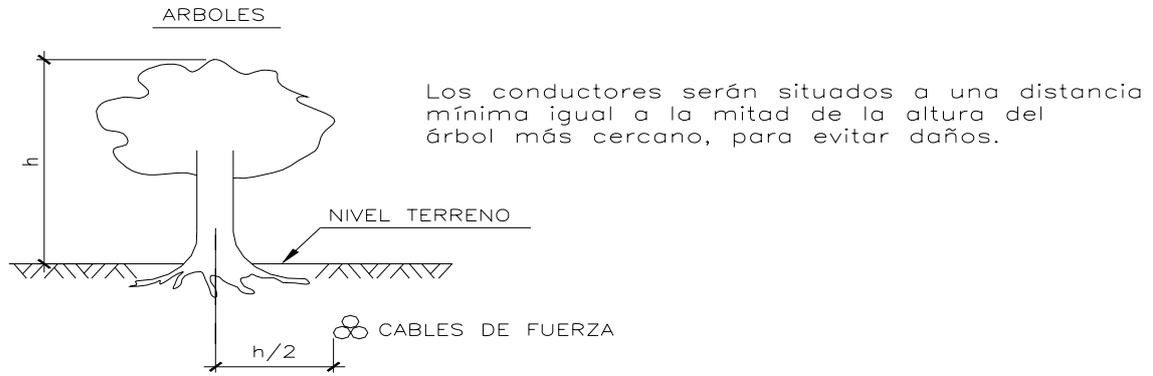
**Figura 2 — Sección típica de zanja para instalaciones de MT**



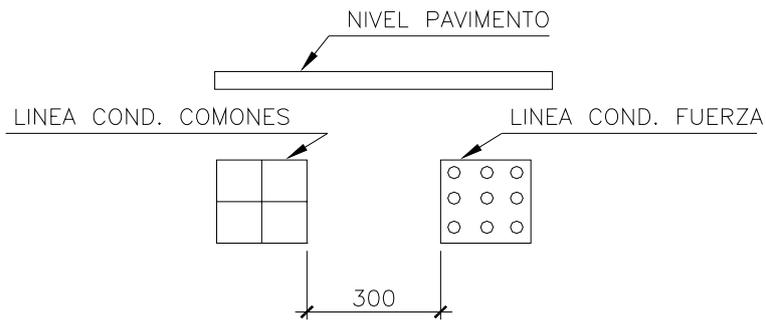
**Figura 3 — Instalación de conductores de fuerza paralelos a edificaciones**



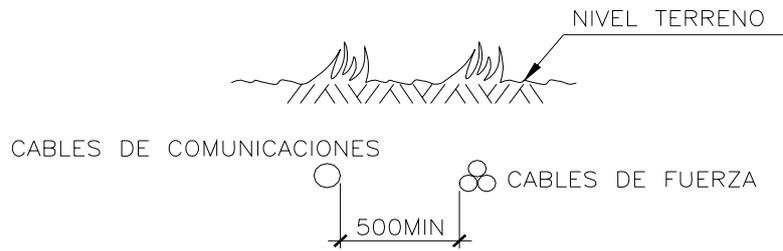
**Figura 4 — Instalación de conductores de respeto a líneas de férreas**



**Figura 5 — Instalación de conductores respecto a la ubicación de árboles**

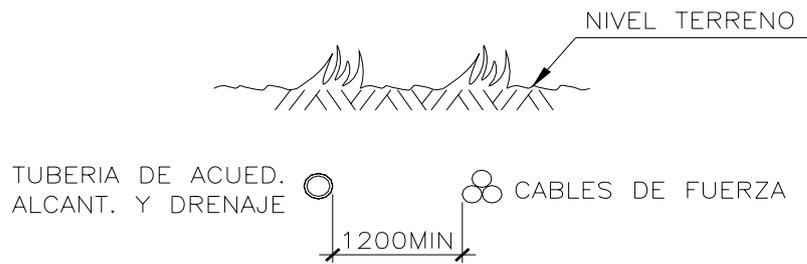


**Figura 6 — Instalación de conductores de fuerza de BT en paralelo a conductores de comunicaciones canalizados en conductos**



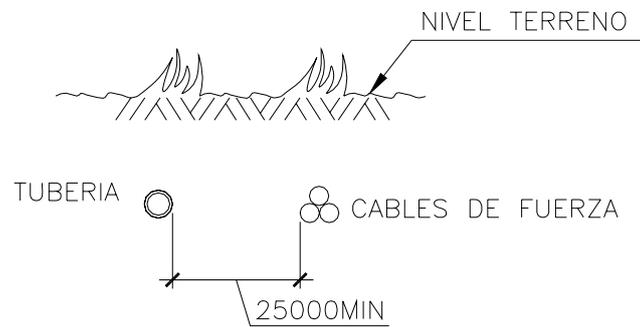
EL DISTANCIAMIENTO MININIMO ENTRE CABLES DE POTENCIA Y LOS DE COMUNICACIONES SERA DE 500mm.

**Figura 7 — Instalación de conductores de fuerza de BT en paralelo a conductores de comunicaciones enterrados directamente**



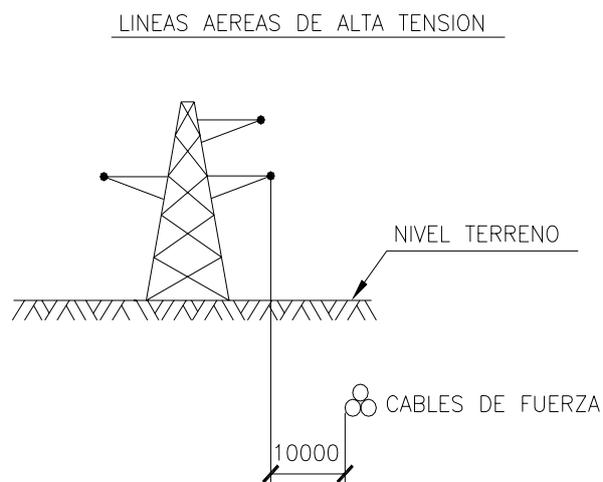
EL DISTANCIAMIENTO MIN. CON TUBERIAS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO O DRENAJE SERA DE 1200mm PERMITIENDO DE ESA FORMA EL TRABAJO CON EQUIPOS MECANIZADOS

**Figura 8 — Instalación de conductores de fuerza cercanas a acueductos, alcantarillado y drenajes**

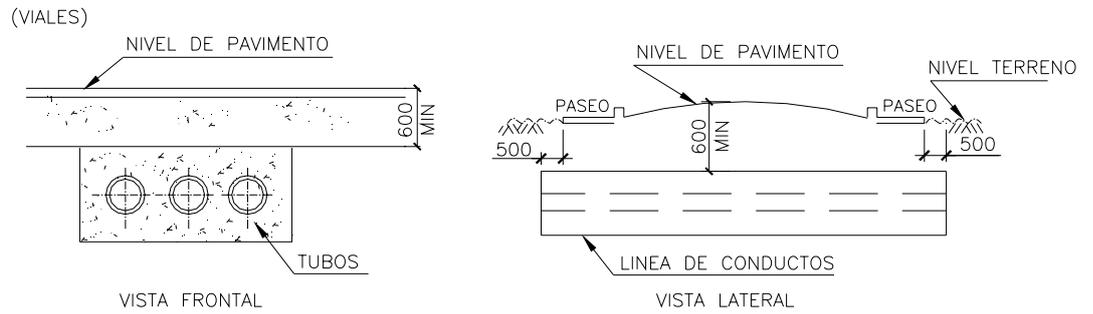


LAS INSTALACIONES DE MEDIA TENSION TENDRAN UNA DISTANCIA MINIMA DE 25m A INSTALACIONES CON PELIGRO DE EXPLOSION.

**Figura 9 — Instalación de conductores de fuerza cerca de oleoductos o gaseoductos**

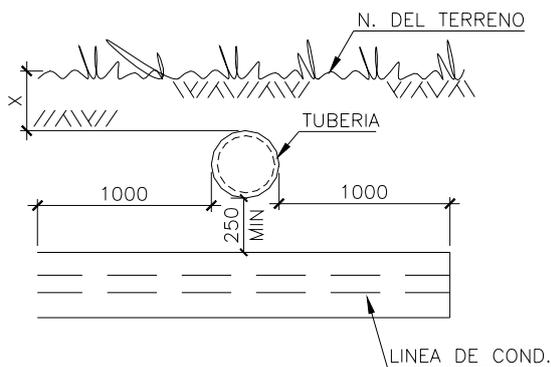


**Figura 10 — Instalación de conductores de fuerza paralelos a líneas aéreas**



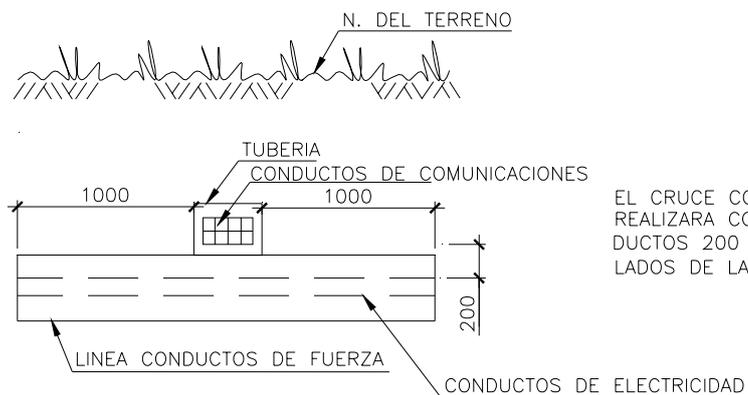
EN EL CRUCE DE VIAS LA LINEA DE CONDUCTOS TENDRA UNA PROFUNDIDAD MINIMA DE 600mm DEBIENDO SOBRESALIR 500mm POR AMBOS EXTREMOS DEL PASEO DE LA VIA. ESTANDO LA CANTIDAD DE TUBOS EN DEPENDENCIA DEL NUMERO DE CIRCUITOS A INSTALAR

(ACUED. ALCANT. O DRENAJE)



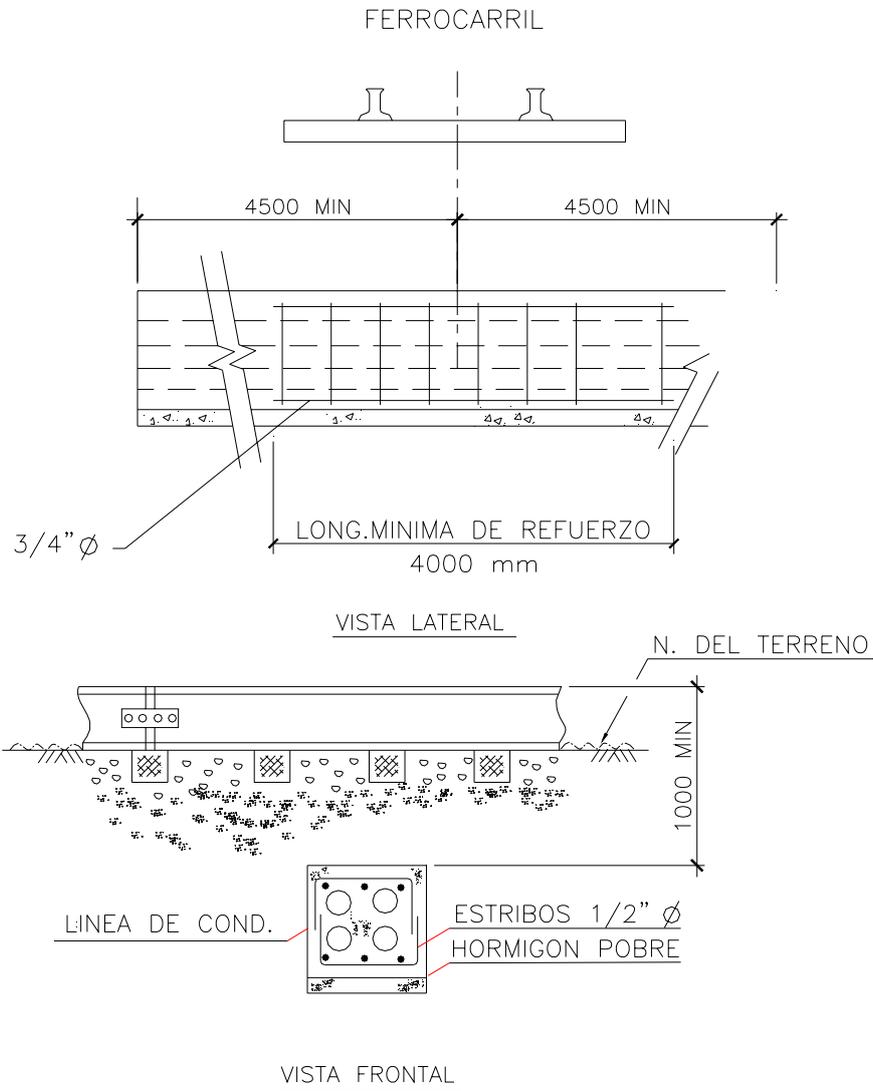
EL CRUCE CON TUBERIA DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO O DRENAJE SE HARA POR DEBAJO DE ESTAS, DEJANDO UNA SEPARACION DE 250 mm MINIMO DEBIENDO CRUZAR LA LINEA DE CONDUCTOS 1000mm A AMBOS LADOS DE LA TUBERIA (RED TECNICAS EN CUESTION) PERO SI "x" (DISTANCIA DE LA LA CORONA AL NIVEL DEL TERRENO) ES MAYOR DE 1200mm LA LINEA DE CONDUCTOS SE INSTALARA POR ENCIMA DELA OTRA RED TECNICA.

(CABLES DE COMUNICACIONES)



EL CRUCE CON CONDUCTOS DE COMUNICACIONES SE REALIZARA CON UN DIST. MINIMO ENTRE AMBOS CONDUCTOS 200 mm, MANTENIENDO 1000 mm A AMBOS LADOS DE LA LINEA DE COND. QUE ATRAVIESA.

Figura 11 — Canalización de conductores de MT en cruce con otras redes técnicas y viales



EL CRUCE SE REALIZARA REFORZANDO LA LINEA DE CONDUCTOS CON CABILLAS DE 3/4"  $\phi$  Y ESTRIBOS CON CABILLAS DE DE 1/2"  $\phi$  ESPACIADOS A 250 mm

**Figura 12 — Canalización de conductores de MT en cruce vías férreas**

## **Anexo H** (normativo)

### **Toma de tierra a través de los elementos de hormigón armado de una edificación**

#### **H.1 Requisitos técnicos generales**

El refuerzo de acero de los elementos de hormigón armado de una edificación que entran a formar parte de la instalación de puesta a tierra, algunos de ellos en calidad de electrodos de tierra, ha de integrar una trayectoria eléctricamente continua y de alta conductividad, lo que se ha de obtener mediante la aplicación de soldadura eléctrica en puntos convenientes.

Esto no significa que el acero de refuerzo no se pueda amarrar con alambre, como es usual, sino que en determinados lugares hay que efectuar un trabajo de soldadura eléctrica que garantice, con carácter permanente, una conexión eléctrica efectiva.

Para que un cimiento de hormigón armado resulte adecuado como electrodo de tierra ha de estar formado por un hormigón hecho con cemento a base de silicatos: cemento Pórtland, cemento metalúrgico o cemento metalúrgico de sulfato.

El hormigón hecho con cemento a base de aluminatos, el llamado cemento resistente a los sulfatos, no es apropiado para estos fines.

Cuando un cimiento se recubre parcialmente o en su totalidad con una lámina o película de material plástico, con fines de impermeabilización u otros, no resulta adecuado como electrodo de tierra y no se utilizará como tal.

En todo cimiento de hormigón armado que se utilice como electrodo de tierra se colocará una barra redonda de acero de 10 mm de diámetro como mínimo, la que quedará embebida en el hormigón y tendrá un recubrimiento mínimo de 50 mm de hormigón. Esta barra de acero se soldará, por medio de soldadura eléctrica, al acero de refuerzo del cimiento.

Esta barra ha de emerger verticalmente del cimiento y su objetivo es servir como parte del conductor de tierra que conectará eléctricamente al cimiento con el resto de la instalación de puesta a tierra.

Esta barra podrá ser de acero estructural, libre de corrosión, pero sin ningún recubrimiento superficial que tenga la característica de ser un aislante eléctrico.

Como electrodos de tierra se escogerán preferentemente los cimientos perimetrales, en los que se tomará una barra de acero de refuerzo o más de una, situada a lo largo de la cara del cimiento que da hacia la fachada para hacer la soldadura eléctrica.. Se seleccionará una barra del refuerzo situada en la parte inferior del cimiento o en el plato.

En las edificaciones con estructura de acero, en que las columnas se fijan al pedestal de los cimientos por medio de pernos de anclaje, al menos un perno se conectará al acero de refuerzo del cimiento por medio de soldadura eléctrica.

La soldadura eléctrica a aplicar, en todos los casos, cumplirá con los requisitos siguientes:

Díámetro del acero (mm)	Espesor del cordón (mm)	Longitud del cordón (mm)
8 a 10	3	50
12 a 18	4	50
20 a 32	6	100

En todos los casos la soldadura se hará a solape y en forma de "V" En las esquinas y lugares de cruzamientos, las soldaduras se harán con la ayuda de escuadras hechas de barras de acero.

En las edificaciones de gran longitud en que se emplean juntas de expansión, no se permite el uso de conexiones eléctricas rígidas que puenteen las juntas de dilatación.

Todos los cimientos perimetrales escogidos como electrodos de tierra se conectarán entre sí, para ponerlos en paralelo eléctricamente, lo que se hará preferentemente mediante el acero de refuerzo de las vigas-zapatas; este acero se unirá eléctricamente por soldadura eléctrica con la barra de acero embebida en el hormigón.

## H.2 Aplicación a edificaciones con estructura de hormigón armado

Las soluciones que se presentan como ejemplo en las figuras son de aplicación tanto si la edificación se construye con elementos prefabricados, como si es fundido en el lugar.

El criterio que se ha seguido para alcanzar las soluciones es el de lograr una instalación de puesta a tierra integral que sirva para conectar a tierra:

- el sistema electroenergético de baja tensión y otros sistemas eléctricos;
- las masas y elementos conductores;
- el dispositivo de protección con las descargas eléctricas atmosféricas.
- los dispositivos de protección de equipos electrónicos sensibles.

Las figuras 1, 2 y 3 que se incluyen en este anexo ilustran, de manera general, la forma en que se han de ejecutar los trabajos para lograr una instalación de puesta a tierra integral que utiliza los cimientos, las columnas y las vigas-zapatas de la edificación. Este grupo de figuras no pretende cubrir la totalidad de las situaciones que ocurren en la práctica. Su objetivo es servir de guía a los proyectistas para que puedan definir la solución a adoptar en cada establecimiento de alojamiento específico.

## H.3 Aplicación a edificaciones sin utilización de las columnas de hormigón

Esta situación se presenta cuando las fachadas de los edificios están formadas por losas prefabricadas que no permiten el acceso con facilidad a las columnas desde la malla protectora contra los rayos en la cubierta.

Como no se utiliza ahora el acero de refuerzo de la columna, como bajante del sistema de pararrayos, esta función pasa a desempeñarla una barra de acero que se coloca verticalmente desde la viga-zapata hasta el pretil de la cubierta, colocada en la unión de las losas de la fachada. Esta cabilla sobresaldrá del pretil y se conecta a la malla de pararrayos.

Se incluyen las figuras 4, 5 y 6 en este Anexo para ilustrar la forma general de dar solución a estos casos.

#### **H.4 Aplicación a edificaciones con estructura de acero**

En el pedestal de cada cimiento perimetral seleccionando para funcionar como electrodo de tierra, el acero de refuerzo se conectará eléctricamente a dos o más de los pernos utilizados para fijar la columna de acero al pedestal.

Los pernos a que se hacen referencia anteriormente, se conectarán eléctricamente a la plancha de acero (platina) que sirve de base a la columna de acero.

Las barras de acero del refuerzo del pedestal a las que se conectan los pernos de fijación tendrán continuidad eléctrica en toda su longitud y se soldarán al acero de refuerzo del plato del cimiento.

Las barras de acero del refuerzo del pedestal y del plato escogidas con este fin, estarán situadas hacia el lado exterior de la edificación.

Si la edificación carece de una viga-zapata perimetral, siendo necesario poner eléctricamente en paralelo a los cimiento perimetrales seleccionados como electrodos de tierra, se procederá a conectarlos por medio de un conductor (preferiblemente un cable de acero galvanizado de 12 mm de diámetro) colocado dentro de una tubería plástica enterrada a 80 cm de profundidad aproximadamente.

Todas las conexiones y soldaduras mencionadas serán hechas con soldadura eléctrica.

Se incluye la figura 7 como medio de ilustración de lo antes dicho.

#### **H.5 Documentación gráfica del proyecto**

La documentación que la entidad proyectista prepara para uso de la entidad constructora durante la ejecución de las obras contendrá las figuras pertinentes de este Anexo u otras equivalentes que prepare especialmente por la particularidad del diseño. Estas figuras estarán incluidas tanto en la parte de la documentación correspondiente a la especialidad de Estructuras como en la correspondiente a Electroenergía.

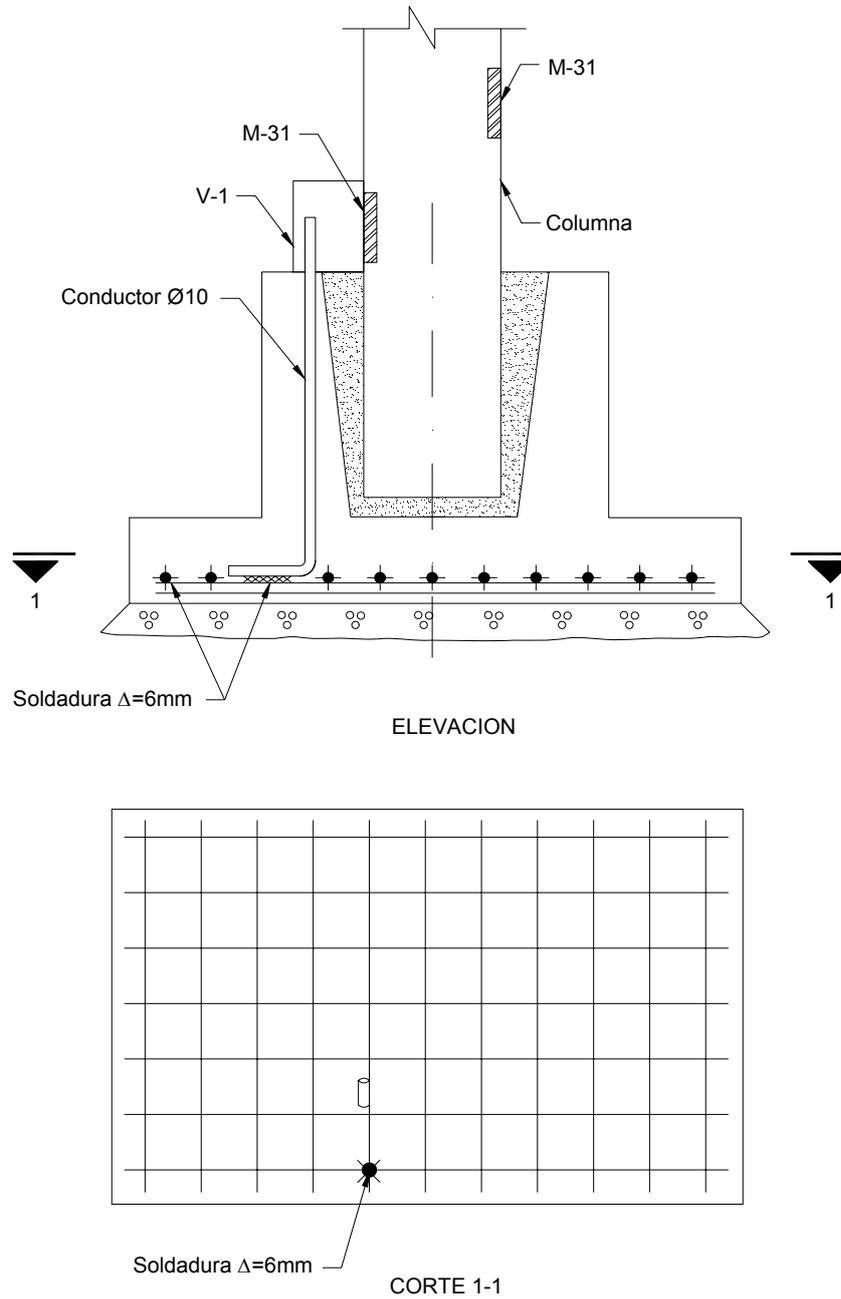


Figura 1 — Detalle de unión del conductor a la parrilla del plato del cemento

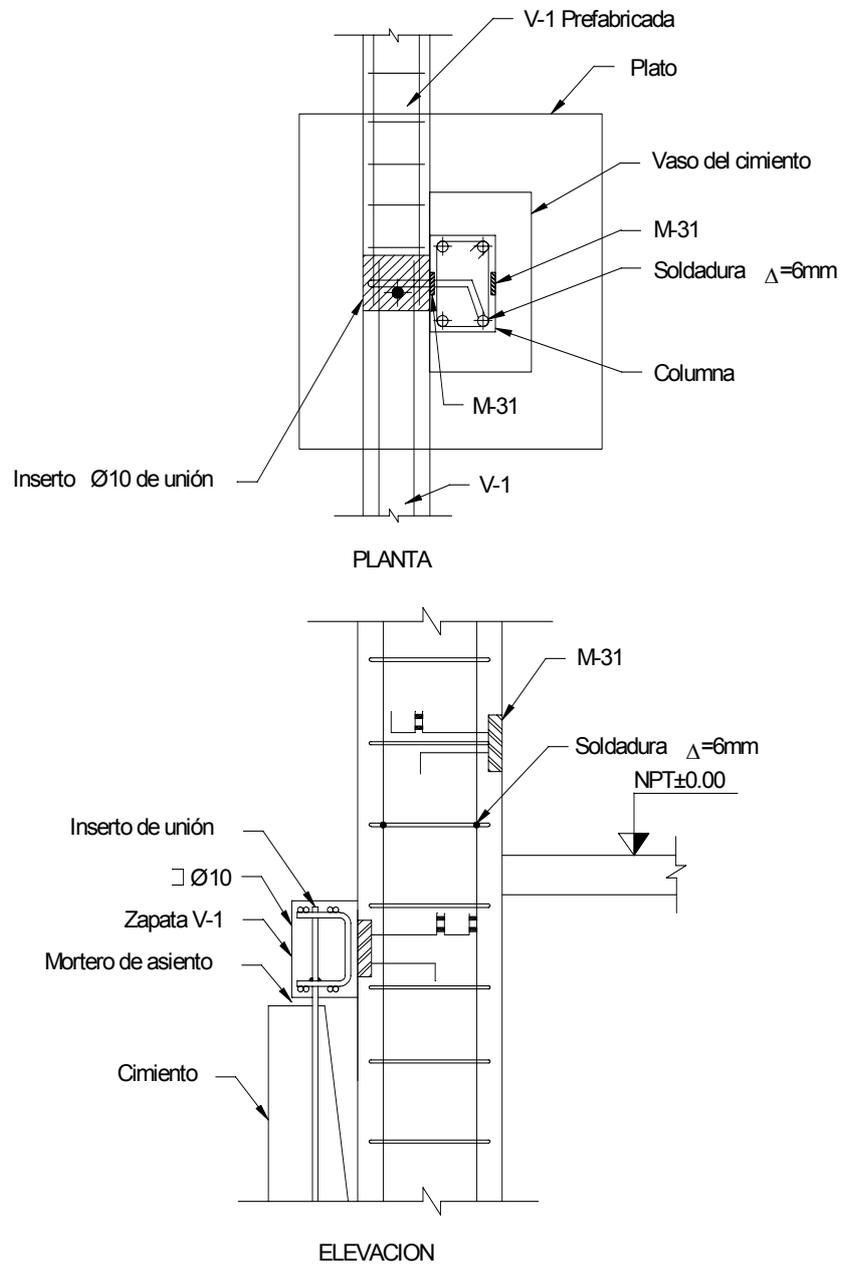
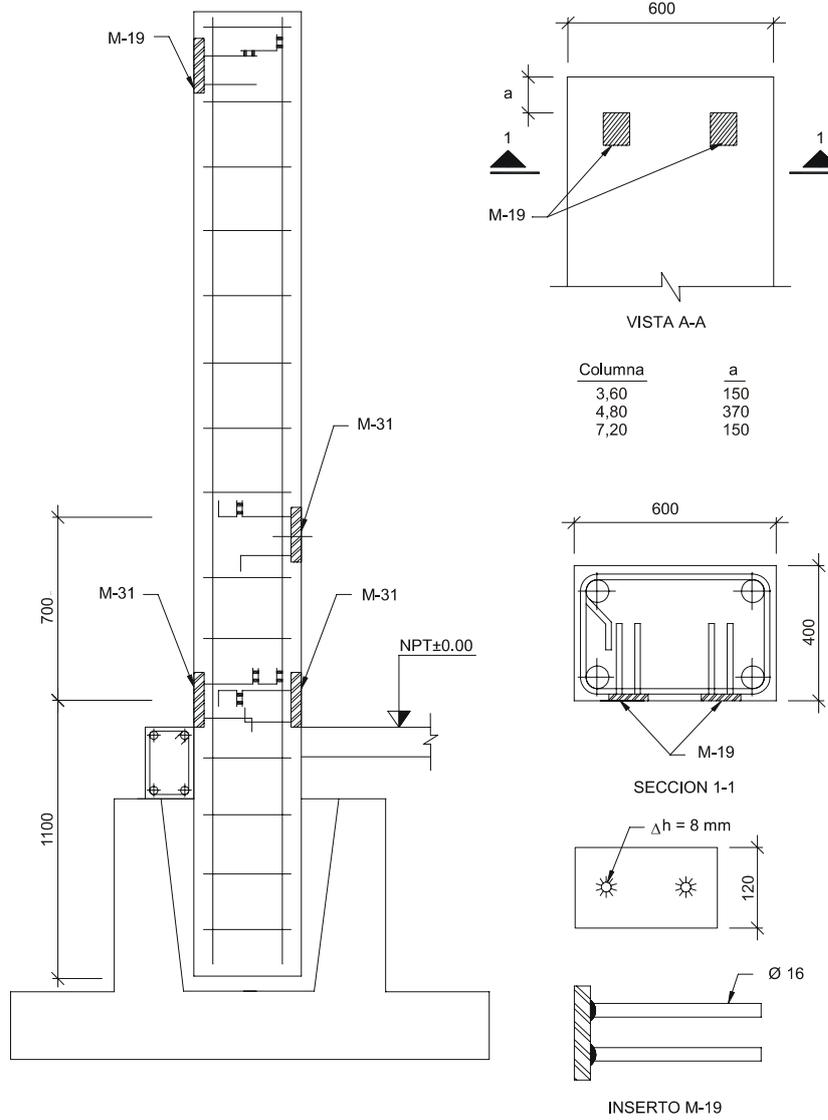


Figura 2 — Unión de viga-zapata prefabricada V-1, con cimiento y columna.

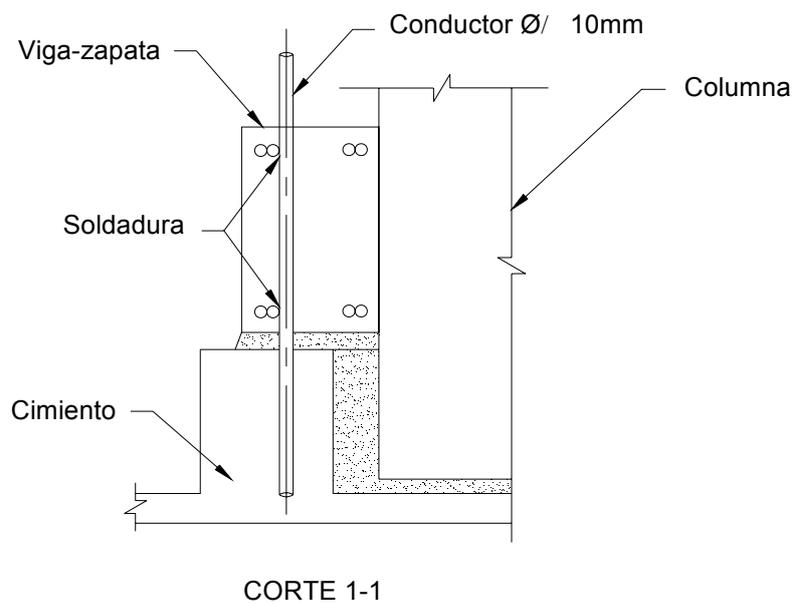
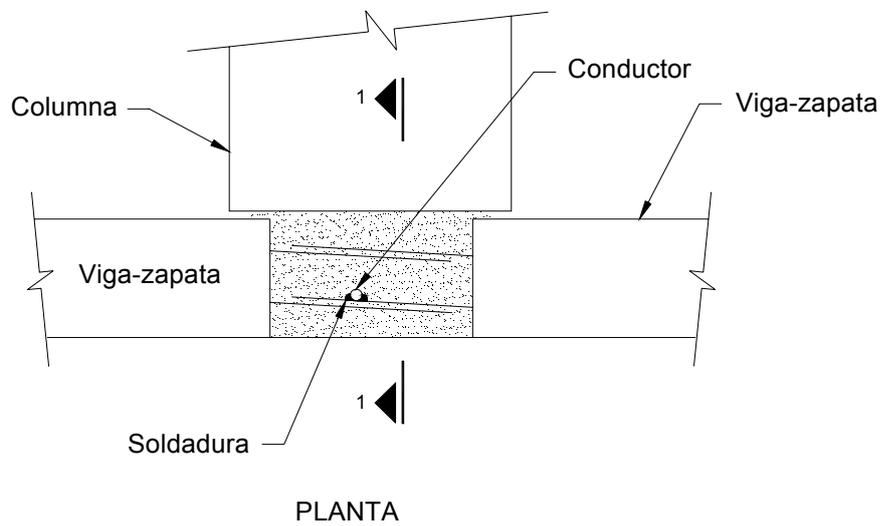


Nota: Las cotas están dadas en mm.

Figura 3: Columna ET-06-AC. Columnas interiores de fachada h=3.60-4.80-6.00-7.20.

**Figura 3 — Columna ET-06-AC.**

**Columnas interiores de fachada h= 3,60-4,80-6,00-7,20m**



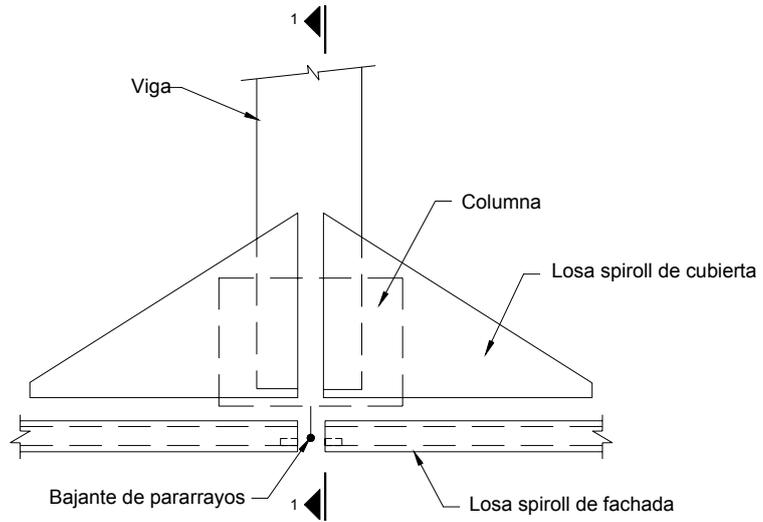
**NOTAS**

El conductor de tierra ha de sobresalir no menos de 200 mm por encima de la cara superior de la zapata.

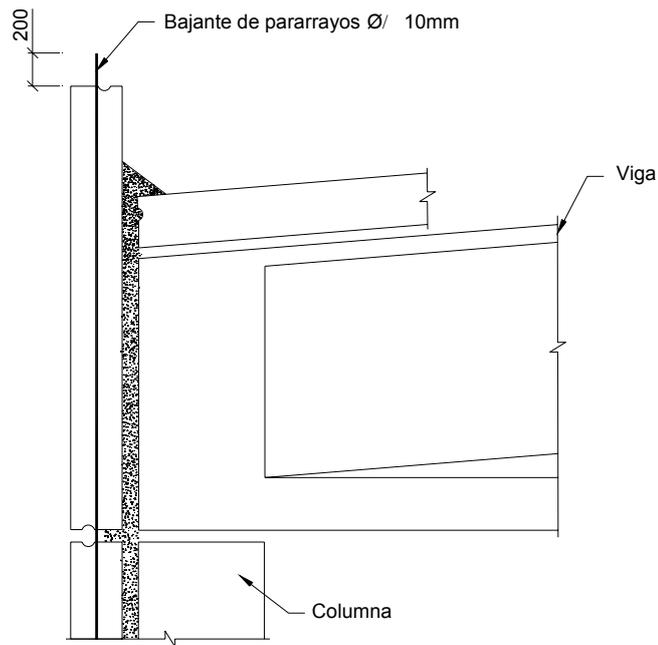
El conductor se coloca en el cimiento como lo muestra la figura 2.1.

Los detalles relativos a la colocación de los insertos en la columna y su conexión al refuerzo de viga-zapata, ver la figura 2.2.

**Figura 4 — Colocación del conductor de tierra en vaso de cemento y viga-zapata**



VISTA EN PLANTA



CORTE 1-1

Figura 5 — Colocación de bajante de pararrayos desde la cubierta

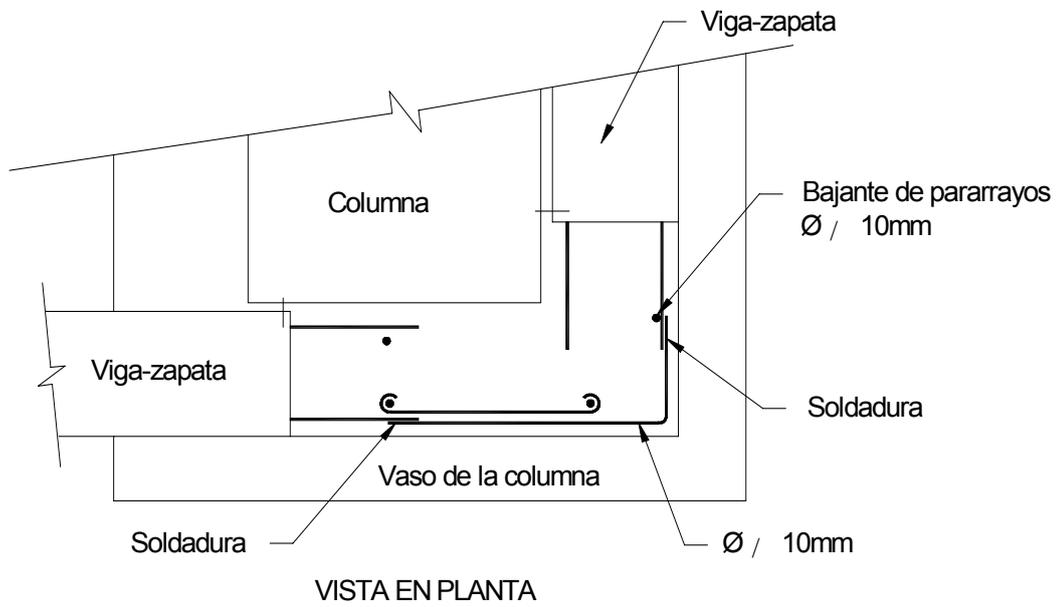


Figura 6 — Colocación de bajante de pararrayos en esquina de edificio

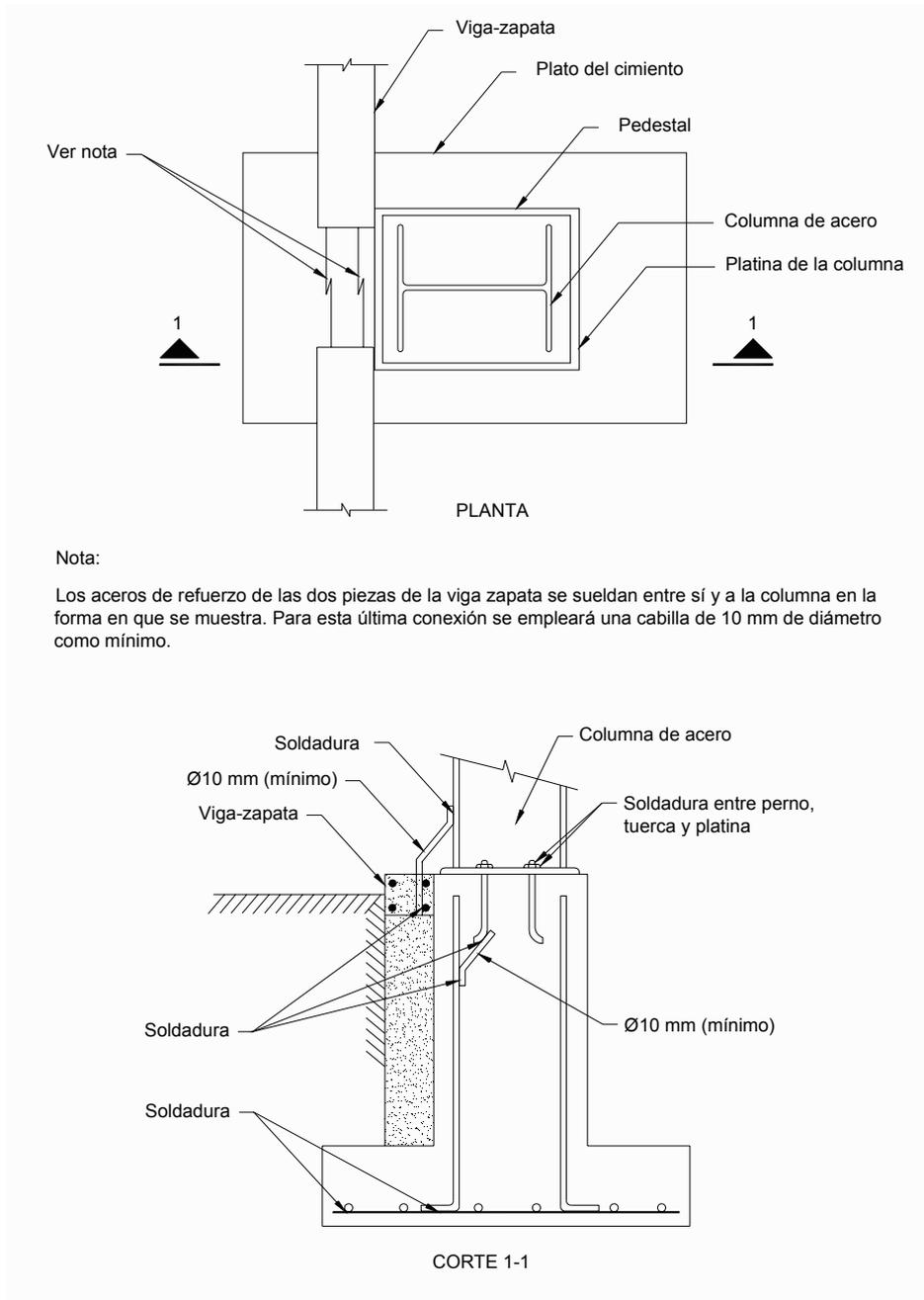


Figura 7 — Unión de columna de acero con viga-zapata y pedestal de cemento

**Anexo I**  
(normativo)

**Cálculo de cortocircuito y datos de partida**

**I.1 Objetivo**

Facilitar al proyectista el cálculo manual o por software de las corrientes de cortocircuito en cualquier punto del sistema eléctrico diseñado.

**I.2 Generalidades**

Los valores obtenidos tendrán un carácter aproximado con un margen de error siempre a favor de la seguridad y parte de las siguientes condiciones:

Se considerará la Scc del sistema según los datos siguientes:

Tensión AT	13,8	35
Scc en MVA	300	600

El cortocircuito trifásico siempre será mayor que el monofásico, porque se considera el sistema alejado de la generación. Por tanto las protecciones se seleccionaran por la  $I_{cc3}$  excepto para los servicios monofásicos en bancos 120 /240 v.

El factor de multiplicación que considera la componente de CD en el sistema trifásico será de 1.25 ( $I_{cc}$  asim) y de 1,5 en la fase donde ocurre el máximo.

Para determinar el aporte de los motores al cortocircuito se considerara el 100% de la potencia demandada por estos en sistemas 230/400 y 120/208v donde se combinan fuerza y alumbrado y será igual a 5 veces la corriente del 100% de los motores conectados.

Se considera que ningún interruptor automático abre el cortocircuito máximo en un tiempo mayor a 80 ms (5 ciclos).

Se utilizará para el cálculo el “método de las impedancias”, por ser el más preciso y para facilitar, del cual se anexan las tablas necesarias.

El sistema se ha supuesto esencialmente balanceado y con tensiones y corrientes simétricas.

Todos los transformadores trifásicos MT / BT son de 2 enrollados con conexión Yd11.

**I.3 Métodos de cálculo**

Las instalaciones eléctricas siempre requieren protección de cortocircuito en aquellos lugares donde está o existe una discontinuidad eléctrica. Estos corresponden a menudo con puntos donde hay un cambio en la sección del conductor. La corriente de cortocircuito debe ser calculada en cada nivel en la instalación con vista a determinar las características del equipamiento requerido para soportar o abrir la corriente de la falla.

El flujograma de la figura 1 indica el procedimiento para determinar las diferentes corrientes de cortocircuito y los parámetros resultantes para los diferentes aparatos de protección.

A la hora de seleccionar correctamente y ajustar los aparatos de protección deben ser evaluados dos valores de corriente de cortocircuito:

- La corriente máxima es utilizada para determinar:
  - El poder de corte de los interruptores automáticos.
  - El poder de cierre de los interruptores automáticos.
  - La estabilidad electrodinámica del cableado del sistema y de los paneles eléctricos.

La corriente de cortocircuito máxima se corresponde con el cortocircuito en la vecindad inmediata de los terminales de salida del aparato de protección. Esta puede ser calculada con precisión y utilizada con un margen de seguridad.

- La corriente de cortocircuito mínima es esencial cuando seleccionamos las curvas de tiempo contra corriente para los interruptores automáticos y los fusibles ,en particular cuando:
  - Los cables y/o las fuentes (generadores, UPS) tiene una impedancia relativamente alta.
  - La protección de las personas depende de la operación de los interruptores automáticos o fusibles, esencialmente los sistemas TN e IT.

El nivel mínimo de corriente de cortocircuito se corresponde al cortocircuito al final de la línea protegida, generalmente fallas fase-tierra en baja tensión, bajo las menos severas condiciones de operación (falla al final de la línea y no precisamente aguas debajo de un aparato de protección, un transformador en servicio cuando los dos no pueden estar conectados en paralelo, en régimen de emergencia etc.)

### **I.3.1 Características de los principales tipos de cortocircuitos**

Las características primarias son:

- Duración (auto extingible, transientes y de estado estable)
- Mecánicas (rotura en un conductor, contacto eléctrico accidental entre dos conductores, etc.)
- Sobretensiones internas o atmosféricas.
- Pérdida de aislamiento debida al calor, la humedad o a un ambiente corrosivo.
- La localización (interna o externa)

Los cortocircuitos pueden ser:

- Fase – tierra(80 % de las fallas)
- Fase – fase (15% de las fallas. Este tipo de falla degenera con frecuencia en un cortocircuito trifásico.
- Trifásico (solo el 5 % de las fallas iniciales)

### **I.3.2 Métodos de cálculo de la corriente de cortocircuito**

- Método de las impedancias.
- Método de composición.
- Método de los ohms ( solo resistencias)

- Método simplificado( por  $\square$ ables)
- Método por unidad.
- Método de los MVA(conductancias)
- Método de las componentes simétricas;

Utilizaremos el “método de las impedancias”

**I.3.2.1 Cálculo del cortocircuito por el método de las impedancias**

**Fórmulas**

Componente de la instalación	Resistencia(m $\Omega$ )	Reactancia (Mw)
Sistema	$R_1 = Z_1 \cos \varphi$ $\cos \varphi = 0,15$ $Z_1 = (U^2 / P_{cc}) \cdot 10^{-3}$ Pcc =Potencia de cortocircuito del sistema	$X_1 = Z_1 \sin \varphi$ $\sin \varphi = 0,98$
Transformador	$R_2 = P_{cu} \cdot U^2 / S_n^2$ Pcu = pérdidas en el cobre Sn = potencia nominal en kva	$X_2 = \sqrt{(Z^2 - R^2)}$ $Z = u_{cc} \cdot U^2 / 100 \cdot S_N$ u <sub>cc</sub> = tensión de cortocircuito porcentual
Interruptor	0,2/ In aparato en m $\Omega$	--
Cable	$R_3 = \rho L / S$ $\rho = 18$ (Cu ) $\rho = 27$ ( Al )	$X_3 = 0,096 L / n$ (tripolar) $X_3 = 0,12 L / n$ (unipolar) En dependencia de: n-numero de cables por fase.
Barras	$R_3 = \rho L / S$	$X_3 = 0,15 L / n$

Ejemplo:

Datos del Sistema	Datos del Sistema	Resistencia(m Ω)	Reactancia (M Ω)
	Sistema Pcc <sub>s</sub> =500 MVA	R <sub>1</sub> =320x10 <sup>-3</sup> x. 0,15 Cosφ=0,15 Z <sub>1</sub> =(400 <sup>2</sup> /500).10 <sup>-3</sup> R <sub>1</sub> =0,048	X <sub>1</sub> =(400 <sup>2</sup> /500)x0,98 Senφ=0.98 X <sub>1</sub> =0,048
	Transformador T1 Sn=630 kva Ucc%=4 U=400 v Pc=6,5 kw	R <sub>2</sub> =Pcu.U <sup>2</sup> / Sn <sup>2</sup> Pcu = pérdidas en el cobre Sn = potencia nominal en kva	X <sub>2</sub> =√(Z <sub>2</sub> <sup>2</sup> - R <sub>2</sub> <sup>2</sup> ) Z=u <sub>cc</sub> .U <sup>2</sup> /100.S <sub>N</sub> . u <sub>cc</sub> = tensión de cortocircuito porcentual
	Acometida C <sub>1</sub> cable unipolar. 3x150 mm <sup>2</sup> Cobre. L=3 m	R <sub>3</sub> =1/3x(18x3)/150 R <sub>3</sub> =0,12 m Ω	X <sub>3</sub> =0,12 x3 / 3 (unipolar)
	Interruptor M1 1000 A	0,2/ 1000 R <sub>4</sub> =0,2 m Ω	--
	Panel P1 Barras Al 1x(100x5mm <sup>2</sup> ) L=2 mt	R <sub>5</sub> =27x2/500 R <sub>5</sub> =0,11	X <sub>5</sub> =0,15x2 X <sub>5</sub> =0,30
	Interruptor M2 250 A	0,2/ 250 R <sub>6</sub> =0,8 m Ω	--
	Acometida C2 cable unipolar. 1x185 mm <sup>2</sup> Cobre. L=70 m	R <sub>7</sub> =(18x70)/185 R <sub>7</sub> =6,81 m Ω	X <sub>7</sub> =0,12 x70 (unipolar) X <sub>7</sub> =8,4
Interruptor M3 50 A	0,2/ 50 R <sub>8</sub> =4 m Ω	--	

$$I_{cc}=U / \sqrt{3(X_t^2 + R_t^2)}$$

Cálculo de la Icc de cortocircuito máximo.

Punto	Resistencia	Reactancia	Icc en kA
M1	R <sub>t1</sub> =2,98	X <sub>t1</sub> =2,98	I <sub>cc</sub> =21,7
M2	R <sub>t2</sub> =3,89	X <sub>t2</sub> =3,89	I <sub>cc</sub> =20,6
M3	R <sub>t3</sub> =14,7	X <sub>t3</sub> =14,7	I <sub>cc</sub> =9,6

Cálculo aproximado del efecto limitador del cable.

$$(LxZ)/E=1/I_f - 1/I_s$$

donde

L= longitud del circuito.

$I_s$ = nivel de cortocircuito en el inicio.

Z= impedancia del cable de acuerdo con las tablas 11.6 y 11.7.

E= Tensión al inicio del cable.

### I.3.3 Tablas de datos útiles para cálculos de cortocircuito

**Tabla 1 — Corriente de cortocircuito máxima de transformadores MT/BT en redes a 240/415v según CEI**

<b>Transformadores en aceite ONAN</b>			
<b>Sn en kva</b>	<b>Ucc en %</b>	<b>Pcu en kw</b>	<b>Icc en kA.</b>
100	4	1,75	3,60
160	4	2,35	5,70
200	4	2,85	7,10
250	4	3,25	8,90
315	4	3,90	11,20
400	4	4,60	14,10
500	4	5,50	17,60
630	4	6,50	22,00
800	6	9,00	18,70
1000	6	10,50	23,30
1250	6	13,10	28,90
1600	6	17,00	36,50

<b>Transformadores encapsulados en resina (según IEC)</b>			
<b>Sn en kva</b>	<b>Ucc en %</b>	<b>Pcu en kw</b>	<b>Icc en kA.</b>
100	6	1,80	2,40
160	6	2,30	3,80
200	6	2,90	4,80
250	6	3,40	6,00
315	6	4,00	7,50
400	6	4,80	9,50
500	6	5,70	11,80
630	6	6,80	14,80
800	6	8,20	18,70
1000	6	9,60	23,30
1250	6	11,50	28,90
1600	6	14,00	36,50

**Tabla 2 — Corriente de cortocircuito máxima de transformadores MT/BT en redes a 120/208V,240V Y 277/480V según NEMA**

<b>Transformadores en aceite ONAN</b>					
Sn en kva	Ucc en %	Pcu en kw	Icc en kA.		
			120/208v	240	277/480v
112,5	4	2,20	10,50	9,80	--
150	4,5	3,10	12,50	11,8	5,90
225	5	4,20	17,10	16,10	8,10
300	5	4,10	22,60	21,50	10,70
500	5	7,50	37,50	35,50	17,80
750	5,5	10,60	51,30	49,00	24,50
1000	5,5	13,30	67,90	64,80	32,40
1500	5,5	16,80	85,50	81,60	47,90

**NOTA** Considera el aporte de los motores.

**Tabla 3 — Impedancias típicas de transformadores trifásicos en aceite (según NEMA)**

Sn en kva	Ucc en %	
	Network	Padmount
112,5	--	3,2
150	--	2,4
225	--	3,3
300	5,00	3,4
500	5,00	4,6
750	5,00	5,75
1000	5,00	5,75
1500	7,00	5,75

**Tabla 4 — Impedancias típicas de transformadores monofásicos en aceite 120/240v**

Sn en kva	Ucc en %	Icc en kA
25	3	6,9
37,5	3	10,3
50	3	13,9
75	3,5	18,0
100	3,5	24,0
150	3,5	35,8
200	3,5	47,5
250	5,0	42,3
333	5,5	51,2

**Tabla 5 — Transformadores secos BT/BT , aislamiento F hasta 600 v, trifásicos con tensión secundaria 127/220v**

Sn en kva	Ucc en %	Pérdidas en kw		Icc en kA
		En vacío	Total	
15	5,2	0,15	0,70	0,76
30	5,3	0,20	1,50	1,49
45	3,7	0,30	1,70	3,20
75	4,6	0,40	2,30	4,28
112,5	6,5	0,50	3,10	4,55
150	6,2	0,60	5,90	6,36
225	7,2	0,70	6,00	8,21
300	6,3	0,80	6,60	12,51
500	5,5	1,70	6,80	23,89

**Tabla 6 — Resistencia y reactancia específica de los cables de cobre.(norma IEC)**

Sección en mm <sup>2</sup>	Resistencia (en mΩ/mt)		Resistencia (en mΩ/mt)	
	Cable unipolar	Cable bi-tripolar	Cable unipolar	Cable bi-tripolar
1,5	14,800	15,100	0,168	0,118
2,5	8,910	9,080	0,156	0,109
4	5,570	5,680	0,143	0,101
6	3,710	3,780	0,135	0,096
10	2,240	2,270	0,119	0,086
16	1,410	1,430	0,112	0,082
25	0,809	0,907	0,106	0,081
35	0,641	0,654	0,101	0,078
50	0,473	0,483	0,101	0,078
70	0,328	0,334	0,097	0,075
95	0,236	0,241	0,096	0,075
120	0,188	0,191	0,094	0,074
150	0,153	0,157	0,093	0,074
185	0,123	0,125	0,091	0,074
240	0,094	0,097	0,090	0,074
300	0,076	0,078	0,090	0,074

Tabla 7 — Resistencia y reactancia específica de los cables de cobre.(norma NEMA )

Sección AWG	Cable unipolar		Sección AWG	Cable unipolar	
	Resistencia ( en mΩ/mt )	Reactancia ( en mΩ/mt )		Resistencia ( en mΩ/mt )	Reactancia ( en mΩ/mt )
14	14,800	15,100	4/0	0,188	0,191
12	8,910	9,080	250	0,153	0,157
10	5,570	5,680	300	0,123	0,125
8	3,710	3,780	350	0,094	0,097
6	2,240	2,270	400	0,076	0,078
4	1,410	1,430	450	0,103	0,125
2	0,809	0,907	500	0,092	0,122
1	0,641	0,654	600	0,080	0,121
1/0	0,473	0,483	700	0,076	0,119
2/0	0,328	0,334	750	0,066	0,118
3/0	0,236	0,241	1000	0,038	0,114

Tabla 8 — Resistencia y reactancias de los transformadores de corriente

Relación de transformación del TC	Resistencia y reactancia en mΩ del enrollado primario según la clase de precisión.			
	Clase 1		Clase 2	
	Resistencia ( en mΩ )	Reactancia ( en mΩ )	Resistencia ( en mΩ )	Reactancia ( en mΩ )
100/5	2,7	1,7	0,7	0,75
150/5	1,2	0,75	0,3	0,33
200/5	0,67	0,42	0,17	0,19
300/5	0,30	0,20	0,08	0,09
400/5	0,17	0,11	0,04	0,05
500/5	0,07	0,05	0,02	0,02

NOTA A partir de 500/5 A se desprecia.

### 13.4 Cálculo de la corriente de cortocircuito mínima (al final de la línea)

Se puede calcular según la siguiente formula:

$$I_{ccmin} = 0,8 \times UO \times SF \times Kx \times Kpar / 1,5 \times \rho \times (1+m) \times L \text{ conductor de neutro distribuido.}$$

Donde:

UO – tensión de fase en voltios.

P –resistividad a 20 °C

L –longitud del conductor protegido.

SF – sección del conductor de fase.

Kx – factor de corrección en función de la sección de cable ( cuando SF es mayor de 95 mm<sup>2</sup>)

Kpar – factor de corrección en función del número de cables en paralelo.

m --- relación entre SF y Sn.

S <sub>F</sub> (en mm <sup>2</sup> )	120	150	185	240	300
K <sub>x</sub>	0,90	0,85	0,80	0,75	0,72

No de cables en paralelo	1	2	3	4	5
K <sub>par</sub>	1	2	2,65	3	3,2

En resumen: un circuito esta protegido contra el cortocircuito cuando:

$I_{CC} \geq I_m$  - ajuste del disparo magnético en amperes.

**NOTAS**

1. En la formula la constante 0,8 tiene en cuenta la reducción de la tensión en un 20 % por efecto de la corriente de cortocircuito y el factor 1,5 tiene en cuenta el aumento de la resistencia debido al calentamiento.
2. En la practica en las redes de BT se presentan fallas con arco que provocan una reducción de la corriente mínima de cortocircuito a valores entre un 20 – 50 % menores al calculado.
3. Otro caso a ser tenido en cuenta en el caso del cálculo del cortocircuito mínimo es aquel en que el sistema se opera en régimen de emergencia y en particular cuando el generador es de la misma capacidad del transformador del sistema. En ese caso se tomara como corriente de cortocircuito a la salida del transformador la siguiente:

$$I_{CCG} = I_{nomG} / x'' \quad \text{donde } x'' = 0,20$$

**1.3.5 Cálculo de la longitud máxima para la protección de las personas**

Este calculo tan necesario como el del cortocircuito mínimo y se efectúa por tablas o mediante las siguientes formulas:

SISTEMA TNC  $L_{max} = 0,8 \times U_O \times S_F \times K_x \times K_{par} / 1,5 \times \rho \times (1+m) \times k_m \times I_m$

SISTEMA TNS  $L_{max} = 0,8 \times U_O \times S_F \times K_x \times K_{par} / 2 \times 1,5 \times \rho \times (1+m') \times k_m \times I_m$

donde

m' – es la relación entre la sección del conductor neutro y el conductor PE.

k<sub>m</sub> – es un factor que tiene en cuenta la tolerancia del ajuste de disparo magnético que es:

1,2 – para las unidades termo magnéticas.

1,15 – para las unidades electrónicas.

**1.4 Conclusiones**

Los profesionales vinculados al diseño de instalaciones eléctricas en establecimientos turísticos deberán tener en cuenta que los cálculos efectuados a partir de estas tablas son aproximados y que los proyectos ejecutivos deberán elaborarse sobre la base de la información brindada por la UNE a partir de la solicitud de los siguientes datos:

- Potencia de cortocircuito del sistema por el lado primario( mínimo y máximo; monofásica y trifásica; actual y perspectiva)
- Posibilidad de arranque directo de los motores mayores.

En el caso de que se calculen redes donde se utilicen cables con alma de aluminio deberán consultarse tablas apropiadas para este tipo de conductor.

La utilización de otros métodos de cálculo no esta excluida pero se recomiendan solo en etapas preliminares del proyecto.

**Anexo J**  
(normativo)

**Determinación de la potencia de los transformadores**

**J.1 Objetivo**

La determinación de la potencia de los transformadores, en el caso de establecimientos de alojamiento turístico con una subestación que cuenta con dos transformadores, dependerá de que haya, o no, grupo electrógeno de emergencia.

**J.2 Potencia de los transformadores cuando no hay grupo electrógeno**

Los transformadores se seleccionarán para que, en condiciones de demanda máxima, en régimen normal de operación, estén cargados entre el 50 % y el 80 % de su potencia especificada, aproximadamente; según la Tabla siguiente:

Demanda máxima (kW)	Potencia de los transformadores (kVA)	Factor de carga de cada transformador a $\cos \varnothing=0,9$
225-360	2 × 250	50-80 %
361-576	2 × 400	50-80 %
577-907	2 × 630	50-80 %
908-1440	2 × 800	50-80 %
1153-1152	2 × 1000	50-80 %
1441-1800	2 × 1250	64-80 %

**J.3 Potencia de los transformadores cuando hay grupo electrógeno**

La potencia de los transformadores se determinará tomando en consideración la potencia del grupo electrógeno de emergencia. Cuando uno de los transformadores de la subestación no está suministrando energía eléctrica por alguna causa, pueden ocurrir dos situaciones en el momento de la demanda máxima.

- que el transformador que continúa en servicio no resulte sobrecargado o que su sobrecarga no exceda su potencia en un 30 %, lo cual es permisible durante una hora.
- que el transformador resulte sobrecargado en más del 30 %.

En este último caso se pondrá manualmente en funcionamiento el grupo electrógeno y se transferirá a él, también manualmente, la carga de la barra de emergencia. Con esto, el transformador en servicio deberá reducir su sobrecarga al 30 % o menos de su potencia especificada.

**J.3.1 Cálculo de la potencia de los transformadores**

La potencia de los transformadores se determinará mediante la fórmula siguiente:

$$1,3 P_T + P_{GE} = P_{\text{dem. máx}} \quad (1)$$

donde:

$P_T$  : Potencia especificada del transformador, en kVA.

$P_{GE}$ : Potencia declarada del grupo electrógeno para régimen de emergencia (stand-by), en kVA.

$P_{dem. máx}$ : demanda máxima calculada, en kVA.

O sea,

$$P_T = (P_{dem. máx} - P_{GE})/1,3 \quad (2)$$

Ejemplo:

La demanda máxima calculada para un establecimiento es de 1100 kVA y se ha seleccionado un grupo electrógeno de 220 kVA (potencia IXN, régimen de emergencia).

Entonces:

$$P_T = (1100 - 220)/1,3 \text{ kVA}$$

$$P_T = 676,9 \text{ kVA}$$

Con este resultado, existe la opción de seleccionar una potencia de 630 ó de 800 KVA para los transformadores. El transformador de 630 kVA, con una sobrecarga del 30 %, más el grupo electrógeno de emergencia pueden llevar una carga de 1039 kVA, muy cercana a la demanda máxima de 1100 kVA, por lo que puede seleccionarse para esta subestación.

Durante la hora de demanda máxima, en régimen normal de trabajo con los dos transformadores, el factor de carga de estos será igual a 87,3 %.

Luego, la potencia de 630 kVA resulta conveniente para cualquier situación.

Si nos apoyamos en las curvas de cargabilidad de los transformadores, observamos que para una sobrecarga (K2) del 30 %, sostenida durante 1 hora, el estado de carga inicial (K1) del transformador deberá ser del 73 %. Ver figura 1.

Si necesitamos aumentar la sobrecarga al 40 % durante mayor tiempo, por ejemplo 2 horas, debemos entonces conocer la posible afectación de la vida útil del transformador.

Utilizando la Tabla 1 y con los datos siguientes:

$$K1 = 0,73; K2 = 1,4; t = 2h \text{ y } \varphi_A = 40 \text{ }^\circ\text{C},$$

entramos en la misma y obtenemos los siguientes resultados:

$$V = 0,470 \text{ Razón relativa de envejecimiento}$$

$\Delta\varphi_h = 100$  Incremento de temperatura ( $^\circ\text{C}$ ) en el punto más caliente, para una temperatura de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , tomando en cuenta que la temperatura ambiente real ( $\varphi_A$ ) es de  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ , entonces:

$$L = 4,70 \text{ días normales de trabajo}$$

$$\varphi_h = 100^\circ + 40^\circ = 140 \text{ }^\circ\text{C}$$

donde:

L: Envejecimiento relativo para un período de tiempo dado. Su valor indica el equivalente en días normales de trabajo del transformador, en función de la sobrecarga y el tiempo de duración de la misma.

$\phi_h$ : Temperatura en °C, en el punto más caliente.

Así, la temperatura en el punto más caliente no excede el límite recomendado en la Tabla 2, que es de 140 °C, por lo tanto, esta condición de sobrecarga puede ser admitida.

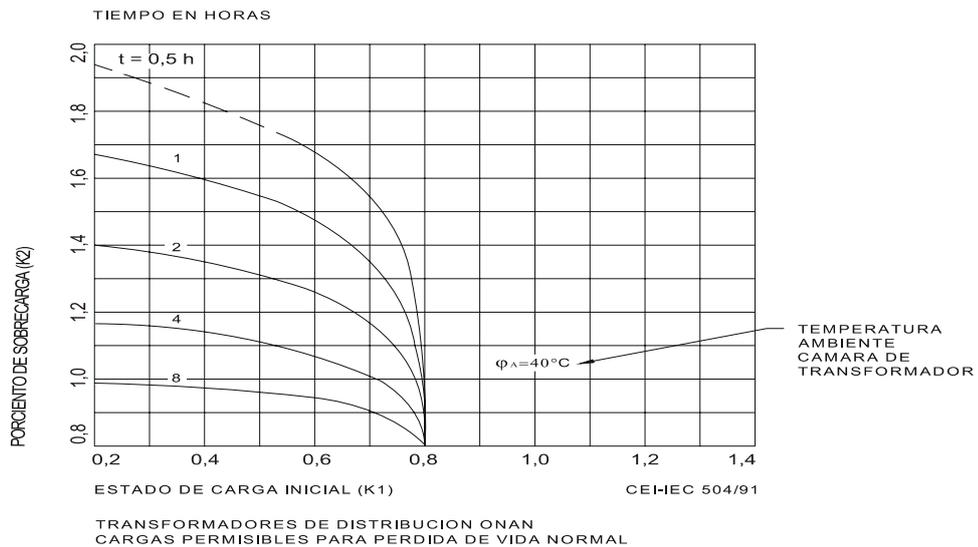
**Tabla 1 — Transformadores de distribución ONAN: t = 2h**  
**Servicio permisible y pérdidas de vida diarias correspondiente**  
 (en días normales $\nabla$ )

Temperatura Ambiente	40 °C	30 °C	20 °C	10 °C	0 °C	-10 °C	-20 °C	-25 °C
Pérdidas de vida diaria:(L)								
Multiplicar el valor dado en la tabla inferior por el factor dado aquí, redondeando el resultado.	10	3,2	1	0,32	0,1	0,032	0,01	0,0055
Temperatura del punto más caliente (Yh): Adicione el aumento de la temperatura del punto más caliente dado en la tabla a la temperatura ambiente. Si el resultado excede el límite establecido en la tabla 5.2, el servicio no es permitido.								

K1 K2	0,25	0,50	0,75	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50
0,7	0,002 39	0,006 43	0,032 48	(V) ( $\Delta\varphi_h$ )							
0,8	0,002 45	0,008 49	0,036 54	0,093 57							
0,9	0,003 51	0,010 56	0,042 61	0,104 64	0,292 67						
1,0	0,005 58	0,014 63	0,053 68	0,123 71	0,330 74	1,00 78					
1,1	0,010 66	0,023 70	0,074 75	0,159 78	0,398 82	1,14 85	3,72 89				
1,2	0,020 74	0,043 78	0,118 83	0,234 86	0,531 90	1,40 93	4,28 97	14,9 101			
1,3	0,045 82	0,090 86	0,221 92	0,399 95	0,814 98	1,93 102	5,35 106	17,4 110	64,7 114		
1,4	0,108 91	0,208 95	0,470 100	0,792 103	1,47 107	3,10 110	7,60 114	22,1 118	76,0 123	302 127	
1,5	0,275 100	0,518 104	1,12 110	1,80 113	3,11 116	5,93 120	12,8 124	32,5 128	98,5 132	357 137	1510 141
1,6	0,745 109	1,38 114	2,88 119	4,51 122	7,48 126	13,3 129	26,0 133	57,4 137	150 142	472 146	1800 151
1,7	2,13 119	3,89 124	7,96 129	12,2 132	19,8 135	33,8 139	61,7 143	123 147	278 151	742 156	2430 161
1,8	6,39 129	11,5 134	23,3 139	35,4 142	56,3 146	93,9 149	165 153	308 157	628 162	1450 166	3950 171
1,9	19,9 140	35,9 145	71,8 150	108 153	170 156	280 160	480 164	866 168	1660 172	3440 177	8070 182
2,0	65,3 151	117 158	232 161	348 164	544 167	884 171	1500 175	2640 179	4880 183	+	+

**Tabla 2 —Límites de corriente y temperatura, aplicables al cargado, considerando los valores de chapa del transformador**

Tipos de cargado		Trans- formador de distribución ([2,5 MVA)	Trans- formador de potencia media ([100 MVA)	Trans- formador de gran potencia (>100 VA)
Corriente de carga de ciclo normal	(p.u.)	1,5	1,5	1,3
Temperatura del punto más caliente y de las partes metálicas en contacto con el material aislante	( °C)	140	140	120
Temperatura del aceite en la capa superior	( °C)	105	105	105
Corriente de carga de emergencia de ciclo largo	(p.u.)	1,8	1,5	1,3
Temperatura del punto más caliente y de las partes metálicas en contacto con el material aislante	( °C)	150	140	130
Temperatura del aceite en la capa superior	( °C)	115	115	115
Corriente de carga de emergencia de ciclo corto	(p.u.)	2,0	1,8	1,5
Temperatura del punto más caliente y de las partes metálicas en contacto con el material aislante	( °C)		160	160
Temperatura del aceite en la capa superior	( °C)		115	115



**Figura 1**

**Anexo K**  
(normativo)

**Tabla de intensidades nominales**

**K.1 Objetivo**

El objetivo de este Anexo es uniformar la utilización por los proyectistas, de los datos de capacidad de conducción en amperes de los cables, para los distintos métodos de instalación, teniendo en cuenta su agrupamiento, la resistividad térmica del terreno y la temperatura ambiente.

**K.2 Temperatura ambiente**

La temperatura ambiente es la temperatura del medio que rodea al conductor sin carga. La temperatura ambiente asumida en las tablas es la siguiente:

- para cables y conductores aislados en el aire, independiente del método de instalación 30 °C
- para cables enterrados, tanto directamente o en conductos 20 °C

**Tabla 1 — Factores de corrección a aplicar a las capacidades admisibles de corriente, para cables en el aire, cuando la temperatura del aire del ambiente no es 30 °C**

Temperatura del ambiente °C	Aislamiento			
	PVC	XLPE y EPR	Mineral	
			Cubierta de PVC o desnudo y expuesto al toque, 70 °C	Desnudo, no expuesto al toque, 105 °C
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,87	0,88
50	0,71	0,82	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,57	0,80
60	0,50	0,71	0,45	0,75
65	-	0,65	-	0,70
70	-	0,58	-	0,65
75	-	0,50	-	0,60
80	-	0,41	-	0,54
85	-	-	-	0,47
90	-	-	-	0,40
95	-	-	-	0,32

Para temperaturas mayores del ambiente, consultar al fabricante.

**Tabla 2 — Factores de corrección a aplicar a las capacidades admisibles de corriente, para cables en ductos en la tierra, cuando la temperatura del ambiente de la tierra no es 20 °C**

Temperatura de la tierra °C.	Aislamiento	
	PVC	XLPE y EPR
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	-	0,60
70	-	0,53
75	-	0,46
80	-	0,38

#### NOTAS

- Para cables enterrados no es necesario la corrección, si la temperatura del suelo excede los 25 °C por pocas semanas al año.
- Los factores de corrección en las tablas 9.1 y 9.2 no tienen en cuenta los incrementos debidos a la radiación solar e infrarroja. En estos casos la capacidad se calcula por los métodos especificados en la publicación IEC 60287.

#### K.3 Resistividad térmica del suelo

La resistividad térmica del terreno considerada en estas tablas es de 2,5 K.m/W (Kelvin.metro/Watt)

#### K.4 Agrupamiento

Ver las Tablas siguientes.

**Tabla 3 — Cuadro de los métodos de referencia**

Método de referencia de la instalación		Tabla						Factor de temp. del ambiente	Factor de reducción por agrupamiento
		Capacidades admisibles de corriente para circuitos únicos				Factor de temp. del ambiente	Factor de reducción por agrupamiento		
		Aislado con PVC		Aislado con XLPE/EPR					
		Número de polos				Factor de temp. del ambiente	Factor de reducción por agrupamiento		
2	3	2	3						
1	2	3	4	5	6	7	8		
 Local Conductores con aislamiento en tubería, dentro de una pared aislada térmicamente	A1	9.9	9.9	9.9	9.9	9.1	9.4		
 Local Cable multipolar en tubería, dentro de una pared aislada térmicamente	A2	9.9	9.9	9.9	9.9	9.1	9.4		
 B1 Conductores con aislamiento en tubería, sobre una pared de madera	B1	9.9	9.9	9.9	9.9	9.1	9.4		
 B2 Cable multipolar en tubería, sobre una pared de madera	B2	9.9	9.9	9.9	9.9	9.1	9.4		
 C Cable unipolar o multipolar en pared de madera	C	9.9	9.9	9.9	9.9	9.1	9.4		
 D Cable multipolar en tubería, dentro de la tierra	D	9.10	9.10	9.10	9.10	9.2	9.6		
 E Cable multipolar al aire libre Distancia a la pared no menor de 0,3 veces el diámetro del cable	E	Cobre 9.9		Cobre 9.9		9.1	9.4		
 F Cables unipolares tocándose al aire libre Distancia a la pared no menor de un diámetro del cable	F	Cobre 9.9		Cobre 9.9		9.1	9.4		
 G Cables unipolares separados al aire libre Al menos un diámetro del cable	G	Cobre 9.9		Cobre 9.9		9.1	9.4		

**Tabla 4 — Factores de reducción para agrupamientos de más de un circuito o de más de un cable multipolar a utilizar con las capacidades admisibles de corriente de la Tabla 9**

	Disposición (cables tocándose)	Número de circuitos o cables multipolares												A usar con capacidades admisibles de corriente, referencia
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
1	Mazo en el aire, sobre una superficie, empotrado o encerrado	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	Métodos A a F
2	Capa simple sobre pared, piso o bandeja no perforada	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	Ningún factor de reducción adicional para más de nueve circuitos o cables multipolares.		Método C	
3	Capa simple fijada directamente debajo de un techo de madera	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Capa simple sobre una bandeja perforada, horizontal o vertical	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				
5	Capa simple sobre un apoyo tipo escalera o abrazadera, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78			Métodos E y F	

**NOTAS:**

1. Estos factores son aplicables a grupos uniformes de cables, cargados igualmente.
2. No es necesario aplicar ningún factor de reducción cuando las distancias horizontales entre cables adyacentes es mayor de dos veces el diámetro general de ellos.
3. Los mismos factores se aplican a:
  - Grupos de dos o tres cables monopolares
  - Cables multipolares
4. Si un sistema consta de cables bipolares o tripolares, el número total de cables se considera que es el número de circuitos, y el factor correspondiente se aplica a las tablas para dos conductores cargados para los cables bipolares, y a las tablas para tres conductores para cables tripolares.
5. Si un grupo consta de n cables unipolares, se puede considerar como de n/2 circuitos de dos conductores cargados o de n/3 circuitos de tres conductores cargados.
6. Los valores dados han sido promediados para la gama de tamaños de conductores y tipos de instalación incluidos en las tablas. La precisión general de los valores tabulados está dentro del 5 %.
7. Para algunas instalaciones y para otros métodos que no están comprendidos en la tabla precedente, puede resultar apropiado utilizar factores calculados para casos específicos; ver, por ejemplo, las tablas 7 y 8.

**Tabla 5 — Factores de reducción para más de un circuito, cables colocados directamente en la tierra**

Número de circuitos	Distancia (a) de cable a cable				
	Ninguna (cables tocándose)	Un diámetro de cable	0,125 m	0,25 m	0,5 m
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80

Cables multipolares

Cables unipolares

Los valores dados se aplican a una profundidad de instalación de 0,7 m y una resistividad térmica del suelo de 2,5 K.m/W. Ellos son valores permitidos para la gama de tamaños y de cables citados en las tablas.

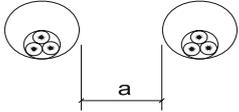
El proceso de hallar el promedio, junto con su redondeamiento, puede resultar en algunos casos en errores hasta de ±10%. (Cuando se requieran valores más precisos, se pueden calcular por los métodos dados en IEC 60287).

**Tabla 6 — Factores de reducción para más de un circuito, cables colocados en ductos en la tierra**

Número de circuitos	Distancia (a) de ducto a ducto			
	Ninguna (cables tocándose)	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,90

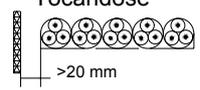
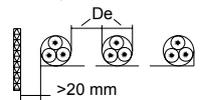
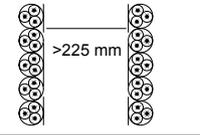
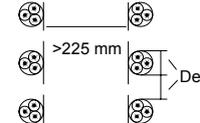
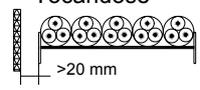
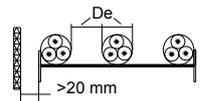
  

Cables multipolares



Los valores dados se aplican a una profundidad de instalación de 0,7 m y una resistividad térmica del suelo de 2,5 K.m/W. Ellos son valores permitidos para la gama de tamaños y tipos de cables citados en las tablas.  
El proceso de hallar el promedio, junto con su redondeamiento, puede resultar en algunos casos en errores hasta de  $\pm 10\%$ . (Cuando se requieran valores más precisos, se pueden calcular por los métodos dados en IEC 60287).

**Tabla 7 — Factores de reducción para agrupamientos de más de un cable multipolar (nota 1) a aplicar a las capacidades de referencia para cables multipolares al aire libre**

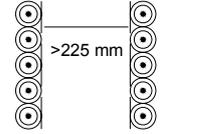
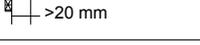
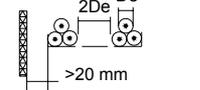
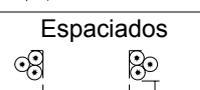
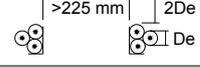
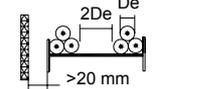
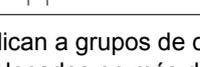
Método de instalación		Número de bandejas	Número de cables							
			1	2	3	4	6	9		
Bandejas perforadas (nota 2)	13	Tocándose		1	1,00	0,88	0,82	0,79	0,76	0,73
				2	1,00	0,87	0,80	0,77	0,73	0,68
				3	1,00	0,86	0,79	0,76	0,71	0,66
	Espaciados		1	1,00	1,00	0,98	0,95	0,91	-	
			2	1,00	0,99	0,96	0,92	0,87	-	
			3	1,00	0,98	0,95	0,91	0,85	-	
Bandejas perforadas verticales (nota 3)	13	Tocándose		1	1,00	0,88	0,82	0,78	0,73	0,72
				2	1,00	0,88	0,81	0,76	0,71	0,70
		Espaciados		1	1,00	0,91	0,89	0,88	0,87	-
			2	1,00	0,91	0,88	0,87	0,85	-	
Soportes tipo escalera, abrazaderas, etc. (nota 2)	14	Tocándose		1	1,00	0,87	0,82	0,80	0,79	0,78
				2	1,00	0,86	0,80	0,78	0,76	0,73
				3	1,00	0,85	0,79	0,76	0,73	0,70
	Espaciados		1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-	
			2	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	-	
			3	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	-	

Los factores se aplican a grupos de cables en una sola capa, como se muestra, y no se aplican cuando los cables están colocados en más de una capa que se tocan una a la otra. En instalaciones así, los valores pueden ser significativamente inferiores y se determinan por un método apropiado.

Notas:

- 1- Los valores dados están promediados para los tipos de cables y la gama de tamaños de conductor considerados en las tablas. La dispersión de los valores es generalmente menor de ±5%
- 2- Los valores dados están promediados para un espaciamiento vertical entre bandejas de 300 mm y de no menos de 20 mm entre las bandejas y la pared. De ser menores los espaciamientos, se deben reducir los factores.
- 3- Los valores están dados para un espaciamiento horizontal entre bandejas de 225 mm con las bandejas montadas fondo con fondo. De ser menores los espaciamientos, se deben reducir los factores.

**Tabla 8 — Factores de reducción para grupos de más de un circuito de cables unipolares (nota 1) a aplicar a las capacidades de referencia de cables unipolares al aire libre**

Método de instalación en la tabla 52-B2		Número de bandejas	Número de circuitos trifásicos (nota 2)			Utilizar como un multiplicador de la capacidad para						
			1	2	3							
Bandejas perforadas (nota 3)	13	Tocándose		1	0,98	0,91	0,87	Tres cables en formación horizontal				
									2	0,96	0,87	0,81
												
Bandejas perforadas verticales (nota 4)	13	Tocándose		1	0,96	0,86	-	Tres cables en formación vertical				
									2	0,95	0,84	-
Soportes tipo escalera, abrazaderas, etc. (nota 3)	14 15 16	Tocándose		1	1,00	0,97	0,96	Tres cables en formación horizontal				
									2	0,98	0,93	0,89
												
Bandejas perforadas (nota 3)	13	Espaciados		1	1,00	0,98	0,96	Tres cables en formación triangular				
									2	0,97	0,93	0,89
												
Bandejas perforadas verticales (nota 4)	13	Espaciados		1	1,00	0,91	0,89	Tres cables en formación triangular				
									2	1,00	0,90	0,86
Soportes tipo escalera, abrazaderas, etc. (nota 3)	14 15 16	Espaciados		1	1,00	1,00	1,00	Tres cables en formación triangular				
									2	0,97	0,95	0,93
												

Los factores se aplican a grupos de cables en una sola capa, como se muestra, y no se aplican cuando los cables están colocados en más de una capa que se tocan una a la otra. En instalaciones así, los valores pueden ser significativamente inferiores y se determinan por un método apropiado.

**Notas:**

- 1- Los valores dados están promediados para los tipos de cables y la gama de tamaños de conductor considerados en las tablas. La dispersión de los valores es generalmente menor de  $\pm 5\%$
- 2- Para circuitos que tienen más de un cable en paralelo por fase, cada conjunto trifásico de conductores se debe considerar como un circuito para los fines de esta tabla.
- 3- Los valores están dados para un espaciamiento vertical de 300 mm entre bandejas. Para espaciamientos menores se deben reducir los factores.
- 4- Los valores dados están dados para un espaciamiento horizontal entre bandejas de 225 mm con las bandejas montadas fondo con fondo. De ser menores los espaciamientos, se deben reducir los factores.

**Tabla 9 — Capacidad admisible de corriente en amperes**

Métodos de referencia en la Tabla 9.3	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento												
		3 PVC	2 PVC		3 XLPE	2 XLPE							
A1		3 PVC	2 PVC		3 XLPE	2 XLPE							
A2	3 PVC	2 PVC		3 XLPE	2 XLPE								
B1				3 PVC	2 PVC		3 XLPE		2 XLPE				
B2			3 PVC	2 PVC		3 XLPE	2 XLPE						
C					3 PVC		2 PVC	3 XLPE		2 XLPE			
E						3 PVC		2 PVC	3 XLPE		2 XLPE		
F							3 PVC		2 PVC	3 XLPE		2 XLPE	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Tamaño mm <sup>2</sup> Cobre													
1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	18,5	19,5	22	23	24	26	-	
2,5	17,5	18	19,5	21	23	25	27	30	31	33	36	-	
4	23	24	26	28	31	34	36	40	42	45	49	-	
6	29	31	34	36	40	43	46	51	54	58	63	-	
10	39	42	46	50	54	60	63	70	75	80	86	-	
16	52	56	61	68	73	80	85	94	100	107	115	-	
25	68	73	80	89	95	101	110	119	127	135	149	161	
35	-	-	-	110	117	126	137	147	158	169	185	200	
50	-	-	-	134	141	153	167	179	192	207	225	242	
70	-	-	-	171	179	196	213	229	246	268	289	310	
95	-	-	-	207	216	238	258	278	298	328	352	377	
120	-	-	-	239	249	276	299	322	346	382	410	437	
150	-	-	-	-	285	318	344	371	395	441	473	504	
185	-	-	-	-	324	362	392	424	450	506	542	575	
240	-	-	-	-	380	424	461	500	538	599	641	679	

Es necesario consultar las tablas para determinar la gama de tamaño de conductores para la cual las capacidades admisibles de corriente anteriores son aplicables para cada método de instalación.

Tabla 10 — Capacidades admisibles de corriente en amperes

Método de instalación	Tamaño mm <sup>2</sup>	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento			
		2 PVC	3 PVC	2 XLPE	3 XLPE
D	Cobre				
	1,5	22	18	26	22
	2,5	29	24	34	29
	4	38	31	44	37
	6	47	39	56	46
	10	63	52	73	61
	16	81	67	95	79
	25	104	86	121	101
	35	125	103	146	122
	50	148	122	173	144
	70	183	151	213	178
	95	216	179	252	211
	120	146	203	287	240
	150	278	230	324	271
	185	312	258	363	304
240	361	297	419	351	
300	408	336	474	396	

Tabla 11 — Factores de reducción para agrupamientos de diversos circuitos o de diversos cables multipolares (a usarse con las capacidades admisibles de corriente de la tabla 9)

Ítem	Disposición	Número de circuitos o de cables multipolares								
		1	2	3	4	6	9	12	16	20
1	Empotrados o encerrados.	1,00	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40
2	Una capa sobre paredes, piso o bandejas no perforadas.	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	-	-	-
3	Una capa fijada directamente debajo de un techo.	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	-	-	-
4	Una capa sobre bandejas horizontales perforadas o sobre bandejas verticales.	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	-	-	-
5	Una capa sobre soportes de cables tipo escalera, abrazaderas, etc.	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	-	-	-

**Anexo L**  
(normativo)

**Interruptores automáticos modulares (IAM)**

**L.1 Objetivo**

Este Anexo contiene un grupo de temas sobre los interruptores automáticos modulares (IAM) que son de importancia para los proyectistas al diseñar las instalaciones electroenergéticas de establecimientos turísticos, en los cuales los IAM tienen una aplicación amplia.

**L.2 Limitación de la corriente de cortocircuito**

Los IAM presentan características de ruptura del tipo limitador. Esto lleva a tiempos de limpieza de la falla que son iguales o menores que 4 milisegundos y por consiguiente, la reducción de la energía específica pasante especificada por el conductor y la instalación cuando ocurre el cortocircuito.

Para la clase 3 de limitación, la energía pasante especificada se aprecia en la tabla siguiente:

**Tabla 1 — Energía pasante. Limitación Clase 3**

Corriente $I_n$ especificada	Capacidad de ruptura*	Energía pasante Clase 3 ( $I^2 t$ )
[ 32 A	6 kA	45 000 $A^2s$
	10 kA	90 000 $A^2s$

\* Poder de corte asignado de acuerdo a la Norma Internacional IEC 60898.

**L.3 Características de funcionamiento de los IAM**

**L.3.1 Protección contra sobrecargas**

Ver la tabla siguiente:

**Tabla 2 — Límites de operación del relé térmico ante sobrecargas**

Norma de Referencia.	Límites fijados a la operación del relé térmico. $t_a = 30\text{ °C}$	
	Intensidad de ensayo.	Tiempo de actuación.
IEC 60 898 EN 60 898 CEE 23-3	1,13 $I_n$	$t < 1\text{ h}$ ( $I_n \leq 63\text{ A}$ ) $t < 2\text{ h}$ ( $I_n > 63\text{ A}$ )
	1,45 $I_n$	$t < 1\text{ h}$ ( $I_n \leq 63\text{ A}$ ) $t < 2\text{ h}$ ( $I_n > 63\text{ A}$ )
	2,05 $I_n$	1 s < t < 60 s para $I_n \leq 32\text{ A}$ 1 s < t < 120 s para $I_n > 32\text{ A}$
IEC 60 947-2 EN 60 947-2	1,05 $I_n$	$t < 1\text{ h}$ ( $I_n \leq 63\text{ A}$ ) $t < 2\text{ h}$ ( $I_n > 63\text{ A}$ )
	1,30 $I_n$	$t < 1\text{ h}$ ( $I_n \leq 63\text{ A}$ ) $t < 2\text{ h}$ ( $I_n > 63\text{ A}$ )
VDE 0660	1,05 $I_n$	$t > 2\text{ h}$
	1,2 $I_n$	$t < 2\text{ h}$

Esta tabla muestra el comportamiento del relé térmico para una temperatura ambiente de 30 °C. Para otras temperaturas ambientales, las intensidades de ensayo se modifican aproximadamente un 5 % por cada 10 °C de diferencia, siendo mayores con temperaturas inferiores de 30 °C, e inferiores con temperaturas superiores a 30 °C.

Cuando en un panel se instalan los IAM uno junto a otro y hay más de un circuito cargado con toda su intensidad asignada, existe una repercusión sobre la curva característica, a causa de una mayor temperatura ambiental, hay que introducir un factor de corrección adicional sobre la corriente asignada del interruptor automático. Este factor lo especifica cada fabricante.

### L.3.2 Protección contra cortocircuitos

Cuando se produce un cortocircuito, el interruptor debe responder instantáneamente. Un electroimán asegura el disparo en menos de 10 milisegundos. Para los IAM las normas reconocen diversas curvas de disparo magnético.

**Tabla 3 — Curvas características de disparos magnéticos**

Curvas Características	Valor de disparo magnético	Aplicación
<b>A</b>	De 2 a 3 I <sub>n</sub> para IEC 60 898	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para la protección de semiconductores limitada.</li> <li>Para la protección de circuitos de medida con transformadores.</li> <li>Para la protección de circuitos de energía con grandes longitudes de conductores con la exigencia de desconexión en 0,2 s.</li> </ul>
<b>B</b>	De 3 a 5 I <sub>n</sub> para IEC 60 947-2. De 3,2 a 4,8 para IEC 60 898.	Para la protección de generadores, conductores principalmente en edificios de vivienda, para la protección de personas en circuitos con longitudes de cable muy largas en sistemas con régimen de neutro TN y TT.
<b>C</b>	De 5 a 10 I <sub>n</sub> para IEC 60 947-2. De 7 a 10 para IEC 60 898.	Para la protección de conductores que energizan cargas generales y también cargas con elevadas intensidades de conexión (lámparas, motores, etc.).
<b>D</b>	De 10 a 14 I <sub>n</sub> para IEC 60 947-2 e IEC 60 898	Para la protección de conductores que energizan cargas que generan muy elevados picos de corriente en su conexión ( transformadores, válvulas magnéticas, condensadores, etc.).
<b>K</b>	De 8 a 16 I <sub>n</sub> para IEC 60 947-2 y VDE 0660.	Para la protección de conductores que energizan cargas motrices preferentemente.
<b>MA</b>	I <sub>m</sub> fijo a 12,5 I <sub>n</sub> 620 % (disparo solo magnético).	Para la protección de arrancadores magnéticos y motores contra cortocircuitos.
<b>Z</b>	De 2,4 a 3,6 I <sub>n</sub> para IEC 60 947-2.	Para la protección de circuitos electrónicos.

Poder de corte: La IEC 60 898 (EN 60 898), brinda las siguientes definiciones:

Poder de corte asignado I<sub>cn</sub>: A este valor el interruptor realiza un ciclo de dos disparos separados 3 minutos: O – t- CO, superando después:

- ensayo de rigidez dieléctrica a 900 V.
- verificación de los valores de disparo.

Poder de corte en servicio Ics: A este valor el interruptor puede hacer un ciclo de disparo separado 3 minutos: O – t- CO – t –CO, superando después:

- verificación de los valores de disparo:

Intensidad	Tiempo de disparo
0,96 I <sub>n</sub>	t <sub>u</sub> > 1 h
1,6 I <sub>n</sub>	t <sub>u</sub> < 1 h

El poder de corte asignado I<sub>cn</sub>, se muestra escrito en el interior de un rectángulo:

6000

La relación entre el poder de corte asignado, y el poder de corte en servicio Ics, ha de ser:

I <sub>cn</sub> (A)	Ics (A)
≤ 6000	6000
> 6000 ≤ 10000	0,75 I <sub>cn</sub> mín. 6000
> 10000	0,5 I <sub>cn</sub> mín. 7500

La IEC 60 947-2 (EN 60 947-2), Brinda las siguientes definiciones:

Poder de corte último I<sub>cu</sub>: A este valor el interruptor puede hacer un ciclo de dos disparos separados 3 minutos: O – t- CO, superando después:

- ensayo de rigidez dieléctrica a 1000 V.
- verificación de los valores de disparo.

Poder de corte en servicio: A este valor el interruptor puede hacer un ciclo de tres disparos: O – t- CO – t –CO, superando después:

- ensayo de rigidez dieléctrica al doble de la tensión asignada de aislamiento.
- verificación del calentamiento.
- verificación de los valores de disparo:

Intensidad	Tiempo de disparo
1,45 I <sub>n</sub>	t < 1 h (I <sub>n</sub> ≤ 63 A) t < 2 h (I <sub>n</sub> > 63 A)

Ambos poderes de corte I<sub>cu</sub> e Ics se muestran expresados en kA.

La Norma IEC 60 898 es utilizada para el equipamiento a utilizar en el sector doméstico y terciario, mientras que la Norma IEC 60 947-2 es utilizada para el equipamiento a utilizar en el sector industrial.

### **L.3.3 Protección contra fallas de aislamiento en la instalación**

El sistema TN prescribe en los casos siguientes la utilización de un dispositivo automático que desconecte el circuito en el caso de una falla de aislamiento, para evitar daños a la instalación y la presencia de una tensión de contacto elevada por un período de tiempo superior al permisible:

- locales con riesgo de incendio.
- conductores de gran longitud
- motores trifásicos alejados de la fuente de suministro no conectados al conductor PE.

Para dimensionar los cables por cortocircuito deberán tenerse en cuenta los siguientes factores:

- curvas de limitación de los interruptores modulares dadas por el fabricante.
- energía específica pasante admitida por el tipo de cable utilizado para la sección dada.
- la corriente de cortocircuito esperada para el nivel de tensión específico de la instalación.

### **L.3.4 Protección de respaldo y selectividad**

La obtención de redes respaldadas y selectivas solo podrá garantizarse con la información de cada fabricante.

**Anexo M**  
(informativo)

**Puesta en marcha de las instalaciones eléctricas de un objetivo turístico**

**M.1 Generalidades**

Antes de comenzar la explotación de un objetivo turístico debe hacerse la puesta en marcha de sus instalaciones eléctricas. Durante la puesta en marcha de esas instalaciones eléctricas se prueban los equipos, componentes e instalaciones, se miden parámetros, se calibran y ajustan protecciones y se comprueban (y calibran) instrumentos para asegurarse de que las instalaciones eléctricas de dicho objetivo turístico, están listas para la explotación del mismo. Este conjunto de actividades lo denominamos genéricamente como pruebas de las instalaciones eléctricas, y deben cumplir con la norma NC-IEC 60364.

Las pruebas de las instalaciones eléctricas pueden agruparse según el momento en que se hacen y según su propósito en:

- inspección visual
- pruebas de terminación del montaje
- pruebas en vacío
- pruebas con carga

Estas pruebas se hacen en diferentes momentos y pueden estar dirigidas por alguna organización (o entidad) que participe en el proceso inversionista o por otra organización especializada contratada para hacer las pruebas.

Independientemente de cual organización dirija las pruebas, los representantes de las siguientes organizaciones deben participar en las mismas:

- Montador
- Suministrador (cuando así se acuerde contractualmente)
- Inversionista
- Propiedad

**M.2 Resultados de las pruebas**

Los resultados de cada prueba que se realice deben quedar reflejados en las actas que se hagan para las mismas y firmadas por los representantes de las organizaciones participantes. La redacción de las actas de las pruebas debe ser lo suficientemente explícita para que quede constancia de cuáles partes de las instalaciones se sometieron a pruebas, cuáles pruebas se hicieron, los resultados de esas pruebas así como las conclusiones fundamentadas por esos resultados.

Los firmantes de esas actas deben ser identificables, es decir que debe quedar escrito y legible:

- El nombre de la persona
- Su firma
- Organización que representa
- Cargo dentro de la organización
- Fecha de la prueba

- Cuño de la organización que representa

Se entiende que las actas de las pruebas son documentos que tienen valor técnico y jurídico, porque avalan resultados, delimitan responsabilidades y son firmados por personas autorizadas y competentes.

Aunque resulte obvio, debe advertirse que las actas originales de las pruebas, ordenadas y completas deben quedar en manos de la Propiedad, disponibles para su uso en la explotación del objetivo turístico. A las otras organizaciones participantes que requieran ejemplares de las actas, se le entregará una copia o fotocopia.

### **M.3 Clasificación de las pruebas de las instalaciones eléctricas según su contenido**

#### **M.3.1 Inspección visual**

Es una comprobación que al menos debe hacerse al recibirse los suministros en la obra y antes de iniciar la puesta en marcha de una instalación eléctrica

La organización que recibe los suministros eléctricos en la obra verificará como mínimo los siguientes aspectos: completitud e integridad de la documentación acompañante / estado e integridad del embalaje / completitud y estado de los suministros / concordancia de las características y especificaciones de los suministros con lo establecido en la documentación acompañante y con lo establecido en el contrato, proyecto y demás documentos técnicos correspondientes a los suministros.

Toda la documentación acompañante de los suministros será conservada de forma organizada por la organización receptora para su entrega posterior al Inversionista (o a la Propiedad) junto con el acta de recepción de los suministros la cuál debe incluir el resultado de la Inspección visual. No olvidar hacer oportunamente las reclamaciones que sean procedentes al suministrador.

La inspección visual previa al inicio de la puesta en marcha se explica más adelante

#### **M.3.2 Resistencia a tierra**

Medición de la resistencia a tierra con Megger de tierra

#### **M3.3 Conexión a tierra**

Verificación de que las estructuras y partes metálicas de los equipos y componentes de las instalaciones eléctricas que no se energizan en la operación y que pueden tener contacto con el ser humano, están sólidamente conectadas al sistema de tierra. Esta verificación también alcanza a aquellas partes metálicas de equipos y componentes que por sus características técnicas de funcionamiento requieren ser conectadas al sistema de tierra, aunque no puedan tener contacto con el ser humano.

#### **M.3.4 Funcionamiento sin energizar**

Comprobación del funcionamiento de equipos, partes y mecanismos, que funcionen con o sin energía eléctrica, circuitos y otros, que pueden y deben hacerse antes de energizar las instalaciones eléctricas. Esta comprobación puede hacerse en el sitio de montaje, en el almacén y/o en el taller eléctrico de la obra, o en instalaciones fuera de la obra. Por ejemplo : las puertas de las celdas y paneles abren y cierran correctamente / los interruptores sobre carros se extraen e insertan , se conectan y desconectan correctamente / los contactos de los interruptores y arrancadores abren y cierran correctamente , con la presión adecuada entre los contactos / los motores eléctricos desacoplados giran suavemente con el impulso de la mano / se comprueban los circuitos eléctricos de control , medición y protección.

**M.3.5 Aislamiento a tierra** (medición con Megger)

- nivel de aislamiento a tierra
- nivel de aislamiento entre fases

Ambas mediciones de aislamiento pueden determinar para transformadores de fuerza, de potencial y de corriente así como para motores y capacitores, la necesidad de hacer el proceso de filtrado y secado de aceite y secado de enrollados, utilizando filtros, centrifugas y medios de calentamiento.

**M.3.6 Comprobación instrumentos de medición**

Comprobación, con patrones de los instrumentos, realizada por un laboratorio acreditado. Puede incluir la calibración de los instrumentos.

Los instrumentos ya comprobados (calibrados) y montados pueden ser utilizados en las mediciones para las pruebas

**M.3.7 Calibración y ajuste de protecciones**

Puede hacerse en obra o en talleres y laboratorios apropiados, con personal calificado, puede requerir amperímetros CA y CD, voltímetros CA y CD, ohmímetros, multímetros, cajas de resistencias y puentes, transformadores de corriente y potencial, auto transformadores ajustables, equipo de carga fantasma (phantom load).

**M3.8 Polaridad, relación de transformación**

Comprobación que se le hace a los transformadores de fuerza (potencia), de medición y de protecciones

**M.3.9 Faseo**

Para asegurar la correspondencia de las fases A, B, y C entre las diferentes partes de la red eléctrica.

**M.3.10 Tensión de prueba**

Prueba con tensión superior a la de operación (previamente debe haberse comprobado que los niveles de aislamiento a tierra y entre fases medidos con Megger han alcanzado el valor adecuado). La tensión prueba aplicada se eleva gradualmente hasta alcanzar el valor que corresponda, según el equipo o componente sometido a prueba. Se utilizan auto transformadores ajustables y kenotrón.

**M.3.11 Funcionamiento de la red eléctrica**

Según se van energizando los locales y áreas de la obra para hacer pruebas de equipos y sistemas, se comprueba el funcionamiento de los circuitos de iluminación y demás partes de la red eléctrica que no son objeto de alguna prueba específica, hasta comprobar que la red eléctrica funciona en su totalidad.

**M.3.12 Sentido de giro**

Se comprueba en los motores mediante una breve conexión antes del rodaje en vacío

**M.3.13 Medición del nivel de iluminación**

Verifica si se ha alcanzado el nivel de iluminación previsto en el proyecto de iluminación para los locales y áreas, se hace con luxómetros.

**M.3.14 Medición de corriente en vacío**

Verifica el cumplimiento de parámetros, se hace con amperímetros y transformadores de corriente

**M.3.15 Medición de corriente con carga**

Verifica el cumplimiento de parámetros, se hace con amperímetros y transformadores de corriente

**M.3.16 Medición de temperatura rodaje en vacío**

Para los motores , después de 2 horas de rodaje en vacío se miden la temperatura en los cojinetes y en varias partes de la carcasa , se usan termómetros de contacto

**M.3.17 Medición de temperatura rodaje con carga**

Para los motores , después de 2 horas de rodaje con carga o cuando se haya estabilizado la temperatura , se mide la temperatura en los cojinetes y en varias partes de la carcasa , se usan termómetros de contacto

**M.3.18 Medición consumo potencia en vacío**

Verifica el cumplimiento de parámetros , se utilizan kwattímetros y kvarímetros

**M.3.19 Medición consumo potencia con carga**

Verifica el cumplimiento de parámetros, se utilizan Kwattímetros y Kvarímetros

**M.3.20 Medición de tensión en puntos de la red sin carga**

Con la red energizada y sin carga se mide el nivel de tensión existente en los puntos seleccionados, se usan siempre que sea posible los voltímetros y transformadores de potencial propios de la instalación eléctrica.

**M.3.21 Medición de tensión en puntos de la red con carga**

Con la red energizada y con plena carga se mide el nivel de tensión en los puntos seleccionados (deben ser los mismos puntos de la medición de la tensión con la red sin carga), se usan siempre que sea posible los voltímetros y transformadores de potencial propios de la instalación eléctrica.

Las mediciones de tensión sin carga y con carga tienen como objetivo conocer el comportamiento de la red (instalación eléctrica) en cuanto al nivel de tensión alcanzado en sus diferentes partes y sus fluctuaciones por caídas de tensión debido a las cargas durante la explotación. Las mediciones deben hacerse 4 veces al día durante 4 días no consecutivos.

Cuando se haga una medición deben tomarse las lecturas de los diferentes puntos lo más simultáneamente posible. Estas mediciones confirmarán la validez del diseño de la red en cuanto a la regulación de la tensión.

**M.3.22 Prueba del sistema de emergencia**

Se comprueba el cumplimiento de todas las funciones establecidas en el proyecto para todos los componentes del sistema de emergencia.

**M.3.23 Medición de armónicos**

Con la red energizada y con plena carga , se mide la composición y magnitud de los armónicos presentes , sobre todo en aquellos circuitos donde están conectadas cargas generadoras de armónicos (balastos electrónicos, variadores de velocidad, fuentes de alimentación, computadoras y demás equipos de ofimática, etc.) así como en aquellos sitios de la red donde están los equipos y componentes más sensibles a los efectos perjudiciales de los armónicos (transformadores, capacitores, grupos electrógenos, cableado y especialmente el neutro, etc.).

Dependiendo del resultado de esas mediciones habrá que rediseñar algunas partes de la red, y/o instalar filtros pasivos o compensadores activos para disminuir los efectos nocivos de los armónicos.

Debe usarse instrumentación de verdadero valor eficaz (TRMS), multímetros y pinzas (ganchos) amperimétricas y equipos de medida y análisis de armónicos. También pueden usarse equipos visualizadores de la forma de onda de la señal (osciloscopios).

**M.3.24 Pruebas con cargas**

Algunas pruebas tales como las pruebas con carga que se les hacen a los motores acoplados a sus cargas además de las características eléctricas se comprueban parámetros tecnológicos e incluso la comprobación de esos parámetros puede tener tanta importancia que quienes dirigen esas pruebas no tienen que ser especialistas eléctricos. Sin embargo siempre la parte eléctrica debe intervenir en las pruebas y comprobar lo que le corresponde.

Quienes dirigen y ejecutan las pruebas eléctricas deben ser ingenieros, técnicos medios y operarios electricistas con la calificación y experiencia necesaria, con pleno dominio de las reglas de seguridad, de forma tal que se garantice que no haya accidentes, ni daños a las personas ni a las instalaciones.

Los demás participantes de las pruebas, representantes de las entidades, deben ser preferiblemente profesionales de la especialidad eléctrica, pero de todas formas debe quedar bien claro su rol antes de comenzar las pruebas, es decir si son observadores o si además de observadores van a intervenir con sus acciones en las pruebas.

**M.3.25 Guía para la aplicación de las pruebas de las instalaciones eléctricas**

En la Tabla 1 se establecen las pruebas a las instalaciones, equipos y componentes, y debe ser considerada como una guía de aplicación general, ya que en la actualidad hay una gran diversidad de equipos y suministradores y no es posible abarcar todo el universo de posibilidades, por ello, lo que indique el fabricante o suministrador respecto a la puesta en marcha de un equipo o componente debe prevalecer.

Antes de hacer las pruebas a las instalaciones, equipos y componentes eléctricos debe estudiarse lo que recomienda el fabricante o suministrador para la puesta en marcha, ya que es posible que no sea necesario ni conveniente, hacer alguna de las pruebas o comprobaciones descritas en la Tabla 13.1 porque ya se hicieron en la fábrica o porque no sea procedente. Debe dejarse constancia escrita de las razones por las cuáles se suprimen pruebas.

Es muy importante que cada sistema, equipo o componente que se contrate para un objetivo turístico, traiga su documentación de fabricante con las instrucciones detalladas para la puesta en marcha, aún en el caso de que la contratación incluya la participación de un representante del fabricante o suministrador para la puesta en marcha. Para asegurar que esto se cumpla, debe establecerse de forma explícita en el contrato

### **M.3.26 Pruebas en el sitio de montaje**

Aunque algunas pruebas eléctricas se pueden y conviene hacer en etapas tempranas, fuera del lugar del montaje, por ejemplo pruebas de aislamiento a equipos eléctricos, comprobación de instrumentos, etc., las pruebas eléctricas que se hacen en el sitio del montaje sólo pueden iniciarse después que los locales están construidos y el equipamiento y demás componentes eléctricos montados y que esas actividades de construcción y montaje están verificadas por quien corresponda en cuanto a su completitud y calidad.

No obstante lo anterior, antes de iniciar las pruebas eléctricas en el sitio del montaje debe hacerse por parte de quienes dirigen las pruebas una minuciosa inspección visual a la instalación, equipo o componente que se va a someter a pruebas eléctricas para asegurarse que existen las condiciones para iniciarlas. Entre otras cuestiones debe comprobarse si:

- El local(es) está terminado en cuanto a construcción y limpio (esto asegurará que después de las pruebas no tendrán que trabajar otros constructores).
- El equipamiento y componentes está completamente montado según lo establece el proyecto y demás documentación técnica, sus características y especificaciones son acordes con los mencionados documentos.
- El equipamiento y componentes está en buen estado, limpio, las fijaciones apretadas, no hay cuerpos extraños o herramientas que obstruyan conductos o causen fallas de aislamiento.
- Los terminales eléctricos están bien conectados, identificados y marcados.
- Las puertas de las celdas, CGD, CCM, PF y PA abren y cierran correctamente.
- Las cubiertas del equipamiento eléctrico están colocadas y fijadas
- El equipamiento eléctrico está rotulado según corresponda
- Los cables en las canalizaciones están peinados, identificados y marcados, bien conectados y fijados. Las canalizaciones están limpias y tienen colocadas las tapas.
- Están implantadas las medidas de seguridad y de protección contra incendios.
- Está presente solamente el personal que participará en las pruebas

### **M.4 Recomendaciones**

Es conveniente y a veces necesario o imprescindible encargar a organizaciones especializadas algunas de las actividades relacionadas en la tabla 1.

Tabla 1 — Prueba de las instalaciones eléctricas en objetivos turísticos

PRUEBA, MEDICIÓN, COMPROBACIÓN	INSTALACION, EQUIPO, COMPONENTE.																		
	Transformador potencia	Celda MT	CGD, CCM, PF, PA	Interruptor MT	Interruptor BT	Arranque magnético	Transformador potencial y corriente MT	Instrumentos medición eléctrica	Protecciones	Cable MT	Cable BT	Motores	Capacitores	Luminarias	Batería acumuladores	Sistema de tierra	Red de tierra computación y comunicaciones	Sistema de pararrayos	Red eléctrica del objetivo
Inspección visual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Resistencia a tierra																X	X	X	X
Conexión a tierra	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Funcionamiento sin energizar		X	X	X	X	X													
Aislamiento a tierra	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Aislamiento entre fases	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X						
Comprobación ( y calibración) instrumentos de medición	X	X	X				X	X				X	X		X				
Calibración y ajuste de protecciones	X	X	X	X	X	X			X			X	X		X				
Polaridad , relación de transformación	X						X												
Faseo	X	X	X																
Tensión de prueba	X	X	X	X	X		X			X	X								
Funcionamiento de la red eléctrica																			X
Sentido de giro												X							
Medición de nivel de iluminación en los locales														X					
Medición de corriente en vacío	X											X							
Medición de corriente con carga	X											X	X	X					
Medición de temperatura rodaje en vacío												X							
Medición de temperatura rodaje con carga												X							
Medición consumo potencia en vacío	X											X							
Medición consumo potencia con carga												X	X						
Medición de tensión en puntos de la red sin carga	X	X	X									X		X					X
Medición de tensión en puntos de la red con carga	X	X	X									X		X	X				X
Funcionamiento del sistema de emergencia			X		X			X	X			X		X					X
Medición de armónicos	X	X	X				X			X	X	X	X						X

### Bibliografía

- [1] URSS, 1970 Power station electrician – s. Leznov / a. Taitis – Mir Publishers Moscow.
- [2] CUBA, 1977 Construcción industrial - información técnica - tomo 2 varios autores.
- [3] CUBA, 1979 El Turismo en Cuba – INTUR – Villalba, Evaristo.
- [4] 1977 Normativas sobre alumbrado público. CIE No.12.2.
- [5] CUBA, 1980 La Arquitectura de Hoteles en la Revolución Cubana - publicación realizada para el Seminario Internacional de la UIA sobre Instalaciones Turísticas.
- [6] URSS, The industrial electrician – n. Vinogradov – Foreign Languages Publishing House, Moscow.
- [7] URSS, Switchgear installation -m. Kireyev / a. Kovarsky - Progress Publishers Moscow.
- [8] CUBA, Reglamento Electrotécnico Cubano NC 800-1:2011 (Ed. 2.0). Baja Tensión
- [9] 1986 Comisión Internacional de la Iluminación. Guía sobre la iluminación de Interiores. Segunda Edición. Publicación CIE No 29.2.
- [10] ASHRAE 90.1-1989 “Energy Efficient Design of New Buildings Except Low-Rise Residential Buildings”.
- [11] USA, 1999 GE power management - product catalog – General Electric co.
- [12] 2008 NEC 2008 NATIONAL ELECTRICAL CODE.
- [13] Electrical installation – design guide. Cuadernos Shneider Electric.
- [14] Manual de motores eléctricos WEG.