



Libertad y Orden

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

RESOLUCIÓN NÚMERO 18 0398 DE 2004

(ABRIL 7)

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, que fija las condiciones técnicas que garanticen la seguridad en los procesos de Generación, Transmisión, Transformación, Distribución y Utilización de la energía eléctrica en la República de Colombia y se dictan otras disposiciones

El Ministro de Minas y Energía en ejercicio de sus facultades legales, en especial de las que le confiere el Numeral 4°, Artículo 3°, Capítulo 2° del Decreto Presidencial 070 del 17 de enero del 2001.

CONSIDERANDO:

Que según lo dispuesto en el Literal c; del Artículo 4 de la Ley 143 de 1994, el Estado en relación con el servicio de electricidad deberá mantener y operar sus instalaciones preservando la integridad de las personas, de los bienes y del medio ambiente y manteniendo los niveles de calidad y seguridad establecidos. Según el párrafo del citado artículo los agentes económicos que participen en actividades de electricidad, deben sujetarse al cumplimiento de este objetivo.

Que de conformidad con lo dispuesto en el Párrafo Primero del Artículo 6 de la Ley 143 de 1994, las actividades relacionadas con el servicio de electricidad se registrarán por principios de eficiencia, calidad, continuidad, adaptabilidad, neutralidad, solidaridad y equidad.

Que mediante la Ley 170 de 1994, se aprobó la adhesión de Colombia al Acuerdo de la Organización Mundial del Comercio.

Que Colombia aprobó mediante la Ley 172 de 1994, el tratado de Libre Comercio con los Gobiernos de Estados Unidos Mexicanos y con la República de Venezuela.

Que estos tratados, entre otros aspectos, contemplan el Acuerdo sobre Obstáculos al Comercio que exige la eliminación de cualquier norma o reglamento técnico de carácter obligatorio, que sin defender intereses legítimos de País se pueda constituir en obstáculo al libre comercio y establece un plazo para la eliminación de la obligatoriedad de las normas técnicas.

Que los reglamentos técnicos se establecen para garantizar la seguridad nacional, la protección de la salud o seguridad humana, de la vida o la salud animal o vegetal, o del medio ambiente y la prevención de prácticas que puedan inducir a error a los consumidores.

Que es necesario asegurar la calidad de las instalaciones y productos que las empresas utilizan para la correcta prestación de sus servicios, ya sean de origen nacional o provenientes de otro país.

Que mediante el Artículo 3 del Decreto 2522 de 2000, se instruyó a la Superintendencia de Industria y Comercio para que con base en el Decreto 1112 de 1996, señalara los criterios y las condiciones formales y materiales que deben cumplirse para la expedición de los reglamentos técnicos, por parte de las entidades competentes.

Continuación de la Resolución "Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, que fija las condiciones técnicas que garanticen la seguridad en los procesos de Generación, Transmisión, Transformación, Distribución y Utilización de la energía eléctrica en la República de Colombia y se dictan otras disposiciones

Que la Superintendencia de Industria y Comercio, en cumplimiento del Decreto 2522 de diciembre 4 de 2000, el 2 de febrero de 2001 expidió la Resolución 03742, señalando los criterios y condiciones que deben cumplirse para la expedición de un reglamento técnico de carácter obligatorio, cuyo propósito sea el de establecer las características de un producto, servicio o los procesos y métodos de producción.

Que el Decreto 2522 del 4 de diciembre de 2000 facultó al Ministerio de Desarrollo Económico para eliminar las resoluciones expedidas por el Consejo Nacional de Normas y Calidades, por medio de las cuales se establece la obligatoriedad de algunas normas y señaló como máximo plazo para la eliminación, el 31 de diciembre del 2001. En cumplimiento de este mandato, el Ministerio de Desarrollo Económico ya eliminó la obligatoriedad de algunas normas relacionadas con el Sector de Minas y Energía.

Que el Artículo 7 del Decreto 2269 de 1993, dispone que los productos o servicios sometidos al cumplimiento de una Norma Técnica Colombiana Obligatoria o un reglamento técnico, deben cumplir con estos independientemente que se produzcan en Colombia o se importen. Los productos importados, para ser comercializados en Colombia, deben cumplir adicionalmente con las normas técnicas o reglamentos obligatorios del país de origen.

Que la Decisión 562 de la Comunidad Andina de Naciones, estableció directrices para la elaboración, adopción y aplicación de reglamentos técnicos en los Países miembros de la Comunidad Andina y a nivel comunitario.

Que de acuerdo con lo previsto en el Artículo 78 de la Constitución Política de Colombia: "... Serán responsables, de acuerdo con la ley, quienes en la producción y en la comercialización de bienes y servicios, atenten contra la salud, la seguridad y el adecuado aprovisionamiento a consumidores y usuarios....".

Que la normalización constituye herramienta esencial para el desarrollo de la economía, dado que propicia la mejora progresiva de la calidad de los bienes y servicios que se intercambian en el comercio internacional.

Que con el propósito de prevenir riesgos para la vida, la salud y eliminar prácticas que puedan inducir a error a los consumidores, el Ministerio de Minas y Energía inició el proceso de elaboración del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).

Que una vez surtidos los trámites de notificación del presente Reglamento Técnico conforme con lo dispuesto en el Decreto 1112 de 1996, en la Decisión 419 de la Comunidad Andina y en las Leyes 170 y 172 de 1994; ante la Organización Mundial del Comercio, ante la Comunidad Andina y ante el Tratado de Libre Comercio entre los Gobiernos de los Estados Unidos Mexicanos, la República de Venezuela y la República de Colombia, respectivamente; no se produjeron observaciones a su contenido y alcance.

Con base en lo expuesto,

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO: Expedir el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas aplicado a los procesos de Generación, Transmisión, Transformación, Distribución y Utilización de la energía eléctrica en todo el territorio de la República de Colombia, sus aguas territoriales y su plataforma continental, el cual se encuentra contenido en el Anexo General de la presente Resolución y consta de ciento diecinueve (119) folios. Además del Anexo General, forma parte integral de este acto administrativo, como Anexo Número Dos, el texto correspondiente a los siete primeros capítulos de la norma NTC 2050 "Código Eléctrico Colombiano" primera actualización del 25 de noviembre de 1998.

Continuación de la Resolución "Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, que fija las condiciones técnicas que garanticen la seguridad en los procesos de Generación, Transmisión, Transformación, Distribución y Utilización de la energía eléctrica en la República de Colombia y se dictan otras disposiciones

ARTÍCULO SEGUNDO. VIGENCIA: El presente Reglamento Técnico tendrá una vigencia de tres (3) años, los cuales se contarán seis meses después de su publicación en el Diario Oficial, de acuerdo con lo dispuesto en el Numeral 5 del Artículo 9 de la Decisión 562 de la CAN.

ARTÍCULO TERCERO. REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL REGLAMENTO TÉCNICO: El presente Reglamento Técnico podrá ser revisado en cualquier tiempo durante su vigencia por el Ministerio de Minas y Energía a través de la Dirección de Energía. Si en la revisión se determina que resulta innecesaria la modificación al Reglamento Técnico, se entenderá renovado automáticamente el término de la vigencia de esta Resolución.

ARTÍCULO CUARTO. DEROGATORIA: La presente Resolución deroga las disposiciones que le sean contrarias.

PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE

Dada en Bogotá D.C., a los

LUIS ERNESTO MEJIA CASTRO
Ministro de Minas y Energía

REPÚBLICA DE COLOMBIA



MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RETIE)

ANEXO GENERAL

CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 5 |
| CAPÍTULO I..... | 6 |
| DISPOSICIONES GENERALES..... | 6 |
| Artículo 1°. OBJETO | 6 |
| Artículo 2°. CAMPO DE APLICACIÓN..... | 7 |
| Artículo 3°. DEFINICIONES..... | 8 |
| Artículo 4°. ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS Y SIGLAS..... | 19 |
| Artículo 5°. ANÁLISIS DE RIESGOS ELÉCTRICOS | 20 |
| 1. Evaluación del Nivel de riesgo | 21 |
| 2. Riesgos eléctricos más comunes..... | 22 |
| 3. Situaciones de alto riesgo..... | 24 |
| Artículo 6°. ANÁLISIS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA..... | 24 |
| Artículo 7°. PROGRAMA DE SALUD OCUPACIONAL..... | 25 |
| CAPÍTULO II | 27 |
| REQUISITOS TÉCNICOS ESENCIALES..... | 27 |
| Artículo 8°. CLASIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE TENSIÓN EN CORRIENTE ALTERNA | 28 |
| Artículo 9°. SISTEMA DE UNIDADES | 28 |
| Artículo 10°. SIMBOLOGÍA GENERAL..... | 29 |
| Artículo 11°. SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD..... | 31 |
| Artículo 12°. COMUNICACIONES POR RADIO..... | 34 |
| Artículo 13°. DISTANCIAS DE SEGURIDAD | 34 |
| 1. Distancias mínimas de seguridad en cruces de líneas..... | 40 |
| 2. Distancias mínimas entre conductores en la misma estructura..... | 40 |
| Artículo 14°. CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS | 41 |
| Artículo 15°. PUESTAS A TIERRA..... | 42 |
| 1. Diseño..... | 43 |
| 2. Requisitos Generales..... | 44 |
| 3. Materiales | 46 |
| 3.1. Electrodo de puesta a tierra..... | 46 |
| 3.2. Conductor del electrodo de puesta a tierra..... | 47 |
| 3.3. Conductor de puesta a tierra de equipos..... | 47 |
| 4. Valores de resistencia de puesta a tierra | 48 |
| 5. Mediciones..... | 48 |
| 5.1. Medición de resistividad aparente..... | 48 |
| 5.2. Medición de resistencia de puesta a tierra..... | 49 |
| 5.3. Medición de tensiones de paso y contacto..... | 50 |
| 6. Puestas a tierra temporales..... | 50 |
| Artículo 16°. ILUMINACIÓN | 51 |
| 1. Diseño | 51 |
| 2. Instalación..... | 51 |
| Artículo 17°. REQUISITOS DE PRODUCTOS..... | 54 |
| 1. Alambres y Cables..... | 54 |
| 1.1. Rotulado..... | 61 |
| 2. Bombilla Incandescente y portalámparas..... | 61 |
| 3. Cercas Eléctricas..... | 63 |
| 3.1. Controlador..... | 63 |

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

| | |
|---|-----------|
| 3.2. Requisitos de Instalación | 63 |
| 3.3. Rotulado | 64 |
| 4. Cintas aislantes | 64 |
| 4.1. Condiciones generales | 64 |
| 4.2. Rotulado | 65 |
| 5. Clavijas y Tomacorrientes | 65 |
| 6. Dispositivos de Protección contra Sobretensiones (DPS) | 66 |
| 7. Interruptores de baja tensión | 67 |
| 7.1. Interruptores manuales | 67 |
| 7.2. Interruptores automáticos | 68 |
| 7.2.1. Requisitos generales | 68 |
| 7.2.2. Diseño mecánico | 69 |
| 7.2.3. Rotulado | 70 |
| 8. Motores y Generadores | 70 |
| 9. Tableros Eléctricos | 72 |
| 9.1. Partes conductoras de corriente | 72 |
| 9.2. Terminales de alambrado | 73 |
| 9.3. Rotulado e Instructivos | 73 |
| 10. Transformadores de distribución y de potencia | 74 |
| 11. Tubería para instalaciones eléctricas | 76 |
| CAPÍTULO III | 77 |
| REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL PROCESO DE GENERACIÓN | 77 |
| Artículo 18°. EDIFICACIONES | 77 |
| Artículo 19°. DISTANCIAS DE SEGURIDAD | 78 |
| Artículo 20°. PUESTAS A TIERRA | 78 |
| CAPÍTULO IV | 79 |
| REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL PROCESO DE TRANSMISIÓN | 79 |
| Artículo 21°. DISTANCIAS DE SEGURIDAD | 79 |
| Artículo 22°. ZONAS DE SERVIDUMBRE | 79 |
| Artículo 23°. AISLAMIENTO | 80 |
| Artículo 24°. SEÑALES DE AERONAVEGACIÓN | 81 |
| Artículo 25°. PUESTAS A TIERRA | 81 |
| Artículo 26°. HERRAJES | 81 |
| Artículo 27°. AISLADORES | 82 |
| Artículo 28°. APOYOS O ESTRUCTURAS | 82 |
| 1. Torres de suspensión | 82 |
| 1.1. Condición normal | 82 |
| 1.2. Condición anormal | 83 |
| 2. Torres de retención | 83 |
| 2.1. Condición normal | 83 |
| 2.2. Condición anormal | 83 |
| 3. Torres de terminales | 83 |
| 3.1. Condición normal | 83 |
| 3.2. Condición anormal | 83 |
| Artículo 29°. MÉTODOS DE TRABAJO EN TENSIÓN | 84 |
| 1. Verificación en el lugar de trabajo | 84 |
| 2. Procedimientos de ejecución | 84 |
| CAPÍTULO V | 87 |
| REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN | 87 |
| Artículo 30°. DISPOSICIONES GENERALES | 87 |
| Artículo 31°. SALAS DE OPERACIONES, MANDO Y CONTROL | 87 |
| Artículo 32°. DISTANCIAS DE SEGURIDAD | 88 |
| Artículo 33°. PUESTAS A TIERRA | 89 |
| CAPÍTULO VI | 90 |
| REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN | 90 |
| Artículo 34°. DISTANCIAS DE SEGURIDAD | 91 |
| Artículo 35°. PUESTAS A TIERRA | 91 |
| Artículo 36°. HERRAJES | 91 |
| Artículo 37°. AISLADORES | 92 |
| Artículo 38°. REGLAS BÁSICAS DE TRABAJO | 92 |
| 1. Maniobras | 93 |
| 2. Verificación en el lugar de trabajo | 93 |
| 3. Señalización del área de trabajo | 93 |
| 4. Escalamiento de postes y protección contra caídas | 93 |

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

| | |
|--|------------|
| 5. Reglas de oro de la seguridad..... | 94 |
| 6. Trabajos cerca de circuitos aéreos energizados..... | 94 |
| 7. Subestaciones de media tensión tipo interior..... | 95 |
| 8. Cables subterráneos..... | 96 |
| 9. Trabajos en condiciones de riesgo..... | 97 |
| 10. Apertura de transformadores de corriente..... | 98 |
| Artículo 39°. CARTILLA DE SEGURIDAD PARA EL USUARIO..... | 98 |
| CAPÍTULO VII..... | 99 |
| REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL PROCESO DE UTILIZACIÓN..... | 99 |
| Artículo 40°. REQUISITOS PARA INSTALACIONES DOMICILIARIAS..... | 99 |
| Artículo 41°. REQUISITOS PARA INSTALACIONES HOSPITALARIAS..... | 102 |
| Artículo 42°. REQUISITOS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS..... | 104 |
| Artículo 43°. MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES..... | 106 |
| CAPÍTULO VIII..... | 107 |
| PROHIBICIONES..... | 107 |
| Artículo 44°. RESIDUOS NUCLEARES Y DESECHOS TÓXICOS..... | 107 |
| CAPÍTULO IX..... | 108 |
| DISPOSICIONES TRANSITORIAS..... | 108 |
| Artículo 45°. DISPOSICIONES TRANSITORIAS..... | 108 |
| CAPÍTULO X..... | 109 |
| VIGILANCIA Y CONTROL..... | 109 |
| Artículo 46°. ENTIDADES DE VIGILANCIA..... | 109 |
| Artículo 47°. EVALUACION DE CONFORMIDAD..... | 109 |
| 1. Certificación de conformidad de productos..... | 109 |
| 2. Certificación de conformidad para importación de productos de uso directo y exclusivo del importador..... | 110 |
| 3. Principales regulaciones para el trámite..... | 111 |
| 4. Acreditación..... | 111 |
| 5. Organismos de certificación..... | 111 |
| 6. Laboratorios de pruebas y ensayos..... | 111 |
| 7. Rotulado..... | 112 |
| 8. Inspección y certificación de conformidad de instalaciones..... | 112 |
| CAPÍTULO XI..... | 116 |
| REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN..... | 116 |
| Artículo 48°. REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN..... | 116 |
| CAPÍTULO XII..... | 117 |
| RÉGIMEN SANCIONATORIO..... | 117 |
| Artículo 49°. REGIMEN SANCIONATORIO..... | 117 |
| Artículo 50°. INFRACCIONES..... | 118 |
| 1. Son infracciones leves..... | 118 |
| 2. Son infracciones graves..... | 118 |
| 3. Son infracciones gravísimas:..... | 118 |
| Artículo 51°. SANCIONES..... | 119 |

FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Zonas de tiempo/corriente de los efectos de las corrientes alternas de 15 Hz a 100 Hz..... | 21 |
| Figura 2. Matriz de riesgo..... | 22 |
| Figura 3. Estructura de la CEM..... | 25 |
| Figura 4. Símbolo de riesgo eléctrico No. 56 IEC 60417-1..... | 33 |
| Figura 5. Distancias de seguridad en zonas con construcciones..... | 36 |
| Figura 6. Distancias “d” y “d1” en cruces y recorridos de vías..... | 37 |
| Figura 7. Distancia “e” en cruces con ferrocarriles sin electrificar..... | 38 |
| Figura 8. Distancia “f” en cruces con ferrocarriles electrificados..... | 39 |
| Figura 9. Distancia “g” en cruces con ríos, cauces de agua, canales navegables..... | 39 |
| Figura 10. Sistemas con Puestas a tierra dedicadas e interconectadas..... | 45 |
| Figura 11. Una sola puesta a tierra para todas las necesidades (prohibido)..... | 45 |
| Figura 12. Puestas a tierra separadas o independientes (prohibido)..... | 45 |
| Figura 13. Esquema de medición de resistividad aparente..... | 49 |
| Figura 14. Esquema de medición de resistencia de puesta a tierra..... | 49 |
| Figura 15. Montajes típicos de puestas a tierra temporales..... | 51 |
| Figura 16. Posición de la camisa roscada del portalámpara. Las dimensiones están en mm..... | 61 |
| Figura 17. Dimensiones del casquillo de una bombilla en mm..... | 62 |
| Figura 18. Montaje de los DPS..... | 67 |
| Figura 19. Ancho de la zona de servidumbre..... | 80 |

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

| | |
|---|----|
| Figura 20. Zona de seguridad..... | 88 |
| Figura 21. Distancias de seguridad contra contactos directos..... | 89 |

TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 1. Posición arancelaria de productos..... | 8 |
| Tabla 2. Organismos de Normalización..... | 19 |
| Tabla 3. Acrónimos, siglas y abreviaturas de común utilización..... | 20 |
| Tabla 4. Porcentaje de personas que se protegen según la corriente de disparo..... | 20 |
| Tabla 5. Relación entre energía específica y efectos fisiológicos..... | 20 |
| Tabla 6. Riesgos eléctricos comunes..... | 24 |
| Tabla 7. Simbología de magnitudes y unidades utilizadas en electrotecnia..... | 29 |
| Tabla 8. Principales símbolos gráficos..... | 30 |
| Tabla 9. Dimensiones típicas de las señales en milímetros..... | 31 |
| Tabla 10. Colores de las señales y su significado..... | 31 |
| Tabla 11. Principales señales de seguridad..... | 32 |
| Tabla 12. Dimensiones del símbolo de riesgo eléctrico..... | 33 |
| Tabla 13. Código de Colores para conductores..... | 33 |
| Tabla 14. Código Q..... | 34 |
| Tabla 15. Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones..... | 36 |
| Tabla 16. Distancias mínimas de seguridad para diferentes lugares y situaciones..... | 37 |
| Tabla 17. Distancias verticales mínimas en vanos con cruce de líneas..... | 40 |
| Tabla 18. Distancia horizontal entre conductores soportados en la misma estructura de apoyo..... | 40 |
| Tabla 19. Distancia vertical en metros entre conductores sobre la misma estructura..... | 41 |
| Tabla 20. Valores límites de campos electromagnéticos para baja frecuencia..... | 42 |
| Tabla 21. Valores máximos de tensión de contacto..... | 43 |
| Tabla 22. Requisitos para electrodos de puesta a tierra..... | 46 |
| Tabla 23. Constantes de materiales..... | 47 |
| Tabla 24. Valores máximos de resistencia de puesta a tierra..... | 48 |
| Tabla 25. Niveles típicos de iluminancia aceptados para diferentes áreas, tareas o actividades..... | 53 |
| Tabla 26. Requisitos para alambre de cobre suave..... | 55 |
| Tabla 27. Requisitos para cables de cobre suave..... | 55 |
| Tabla 28. Requisitos para cables de Aluminio - AAC..... | 56 |
| Tabla 29. Requisitos para cables de aluminio con refuerzo de acero – ACSR..... | 57 |
| Tabla 30. Requisitos para cables de aleaciones de Aluminio Clase A y AA - AAAC..... | 58 |
| Tabla 31. Requisitos para alambres y cables aislados..... | 59 |
| Tabla 32. Requisitos Clase 1: Alambres..... | 60 |
| Tabla 33. Requisitos Clase 2: Cables..... | 60 |
| Tabla 34. Flujo luminoso nominal normal para bombillas incandescentes (lúmenes)..... | 62 |
| Tabla 35. Distancias mínimas de seguridad de cercas eléctricas a circuitos de distribución..... | 64 |
| Tabla 36. Distancias de aislamiento para interruptores manuales..... | 68 |
| Tabla 37. Barrajes de tierra - Transformadores..... | 74 |
| Tabla 38. Ancho de la zona de servidumbre..... | 80 |
| Tabla 39. Diámetro mínimo de las balizas según nivel de tensión..... | 81 |
| Tabla 40. Distancias de aproximación en trabajos a distancia..... | 86 |
| Tabla 41. Distancias de seguridad para la figura 20..... | 88 |
| Tabla 42. Distancias mínimas de seguridad para trabajar con líneas energizadas..... | 92 |
| Tabla 43. Distancias mínimas de seguridad para personal no especialista..... | 93 |
| Tabla 44. Lista de verificación, trabajos en condiciones de riesgo..... | 97 |
| Tabla 45. Límites de temperatura – Equipo eléctrico..... | 101 |
| Tabla 46. Características de los terminales de captación..... | 105 |
| Tabla 47. Requerimientos para las bajantes..... | 105 |
| Tabla 48. Nombres comerciales de PCB..... | 107 |

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

ANEXO GENERAL

REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RETIE)

INTRODUCCIÓN

Se tiene un NUEVO ORDEN en el comercio mundial y como consecuencia directa un nuevo marco en temas de reglamentación; términos como homologación y Normas Técnicas Colombianas Oficiales Obligatorias (NTCOO) ya perdieron su vigencia, ahora el esquema se basa en Reglamentos Técnicos de carácter obligatorio, Normas Técnicas de carácter voluntario y en que cada país es autónomo para defender los objetivos legítimos.

La dependencia y el aumento progresivo del consumo de la electricidad en la vida actual, obliga a establecer unas exigencias y especificaciones que garanticen la seguridad de las personas con base en el buen funcionamiento de las instalaciones, la fiabilidad y calidad de los productos, la compatibilidad de los equipos y su adecuada utilización y mantenimiento.

En cumplimiento del Artículo 2º de la Constitución Nacional, les corresponde a las autoridades de la República proteger a todas las personas residentes en Colombia en su vida, honra y bienes. En tal sentido el Ministerio de Minas y Energía como máxima autoridad en materia energética, debe adoptar las normas y reglamentos técnicos orientados a garantizar la protección de la vida de las personas contra los riesgos que puedan provenir de los bienes y servicios relacionados con el sector a su cargo.

El Ministerio de Minas y Energía, con el fin de facilitar la adaptación de las normas técnicas, en referencia, al futuro progreso tecnológico, incluye en el presente Reglamento Técnico las prescripciones de carácter general, donde se establecen los requisitos mínimos que garanticen los objetivos legítimos.

Para ello se han reunido en este Reglamento Técnico los preceptos esenciales, que por ser una garantía de seguridad frente a riesgos eléctricos, definen el ámbito de aplicación y las características básicas de las instalaciones eléctricas y algunos requisitos que pueden incidir en las relaciones entre las empresas de servicios públicos y los usuarios, con especial enfoque en los problemas de la seguridad de estos últimos y los aspectos que se refieren a la intervención del Gobierno en caso de infracciones y al procedimiento aplicable en cada caso. Se espera que dichos preceptos sean aplicados con ética por todos los profesionales de la electrotecnia en Colombia, como parámetros básicos o mínimos. Quienes ejercen con profesionalismo, saben que pueden seguir aplicando las normas técnicas, porque con ello lograrán óptimos niveles de seguridad y calidad.

Para efectos del presente Reglamento, las palabras **deber** y **tener**, como verbos y sus conjugaciones, deben entenderse como "**estar obligado**".

El objeto fundamental de este Reglamento es establecer medidas que garanticen la **seguridad** de las personas, de la vida animal y vegetal y de la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico. Estas prescripciones parten de que se cumplan los requisitos civiles, mecánicos y de fabricación de equipos.

Las normas técnicas deben servir para concretar y ampliar el alcance del Reglamento Técnico para Instalaciones Eléctricas.

El Ministerio de Minas y Energía espera y confía que este documento estará en la biblioteca de todos los ingenieros y técnicos electricistas del país, no solamente como un mandato a cumplir, sino como una buena fuente de consulta permanente.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE**CAPÍTULO I****DISPOSICIONES GENERALES****Artículo 1º. OBJETO**

El objeto fundamental de este Reglamento es establecer medidas que garanticen la **seguridad** de las personas, de la vida animal y vegetal y de la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico. Estas prescripciones parten de que se cumplan los requisitos civiles, mecánicos y de fabricación de equipos.

Establece las exigencias y especificaciones que garanticen la seguridad con base en el buen funcionamiento de las instalaciones, la confiabilidad, calidad y adecuada utilización de los productos, es decir, fija los parámetros mínimos de seguridad para las instalaciones eléctricas.

Igualmente, es un instrumento técnico-legal para Colombia, que sin crear obstáculos innecesarios al comercio o al ejercicio de la libre empresa, permite garantizar que las instalaciones, equipos y productos usados en la generación, transmisión, transformación, distribución y utilización de la energía eléctrica, cumplan con los siguientes objetivos legítimos:

- a) La protección de la vida y la salud humana.
- b) La protección de la vida animal o vegetal.
- c) La preservación del medio ambiente.
- d) La prevención de prácticas que puedan inducir a error al usuario.

Para cumplir estos objetivos legítimos, el presente Reglamento Técnico se basó en los siguientes objetivos específicos:

- a) Fijar las condiciones para evitar accidentes por contactos eléctricos directos e indirectos.
- b) Establecer las condiciones para prevenir incendios causados por electricidad.
- c) Fijar las condiciones para evitar quema de árboles causada por acercamiento a líneas de energía.
- d) Establecer las condiciones para evitar muerte de animales causada por cercas eléctricas.
- e) Establecer las condiciones para evitar daños debidos a sobrecorrientes y sobretensiones.
- f) Adoptar los símbolos de tipo verbal y gráfico que deben utilizar los profesionales que ejercen la electrotecnia.
- g) Minimizar las deficiencias en las instalaciones eléctricas.
- h) Establecer claramente los requisitos y responsabilidades que deben cumplir los diseñadores, constructores, operadores, propietarios y usuarios de instalaciones eléctricas, además de los fabricantes, distribuidores o importadores de materiales o equipos.
- i) Unificar las características esenciales de seguridad de productos eléctricos de más utilización, para asegurar mayor confiabilidad en su funcionamiento.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

- j) Prevenir los actos que puedan inducir a error a los usuarios, tales como la utilización o difusión de indicaciones incorrectas o falsas o la omisión de datos verdaderos que no cumplen las exigencias del presente Reglamento.
- k) Exigir confiabilidad y compatibilidad de los productos y equipos eléctricos mencionados expresamente.

Artículo 2º. CAMPO DE APLICACIÓN

El presente Reglamento debe ser aplicado **a toda nueva instalación o ampliación**, a partir de su entrada en vigencia, en los procesos de Generación, Transmisión, Transformación, Distribución y Utilización de la energía eléctrica.

Los requisitos y prescripciones técnicas de este Reglamento serán de obligatorio cumplimiento en Colombia, en todas las instalaciones de corriente alterna o continua, públicas o privadas, con valor de tensión nominal mayor o igual a 25 V y menor o igual a 500 kV de corriente alterna (c.a.), con frecuencia de servicio nominal inferior a 1000 Hz y mayor o igual a 50 V en corriente continua (c.c.), que se construyan a partir de su entrada en vigencia. También serán exigibles donde se tengan plantas para el consumo propio, siempre que las características de la tensión utilizada correspondan a los límites determinados en éste.

A efectos de este Reglamento se consideran incluidas las instalaciones eléctricas, sistemas, componentes, equipos, máquinas y circuitos de trabajo, que se utilicen para la generación, transmisión, transformación, distribución y utilización de la energía eléctrica o para la realización de cualquier otra transformación energética con intervención de la energía eléctrica y dentro de los límites que se establecen aquí. Los requerimientos no se enfocan en las obras civiles ni requerimientos mecánicos, aunque se exigen algunos parámetros mecánicos, por su gran importancia para la seguridad.

Este Reglamento se aplica a todas las personas naturales o jurídicas nacionales o extranjeras, contratistas u operadores, a que hace mención el artículo 14.25 (servicio público domiciliario de energía eléctrica) y 14.2 (actividad complementaria de un servicio público) de la Ley 142 de 1994, y en especial a los que están organizados en alguna de las formas dispuestas por el Título I de la misma Ley. También se aplica a los productores independientes, en los términos de la Ley 689 de 2001 (productor marginal, independiente o para uso particular) y 14.16 (red interna) de la Ley 142 de 1994; y a los suscriptores y usuarios como están definidos en los artículos 14.31 y 14.33.

Aplica a los profesionales que cubre la Ley 51 de 1986, a los tecnólogos que cubre la Ley 392 de 1997 y a los técnicos electricistas que cubre la Ley 19 de 1990.

Igualmente aplica a productores, importadores y comercializadores de los siguientes productos de mayor utilización en las instalaciones eléctricas:

| PRODUCTO | POSICIÓN ARANCELARIA |
|---|----------------------|
| Aisladores eléctricos de vidrio | 85.46.10.00.00 |
| Aisladores eléctricos de cerámica | 85.46.20.00.00 |
| Demás aisladores eléctricos | 85.46.90.00.00 |
| Alambre de cobre sin aislar de diámetro > a 6 mm. | 74.08.11.00.00 |
| Alambre de cobre sin aislar de diámetro > a 6 mm. | 74.08.19.00.00 |
| Alambres de aluminio sin aislar | 76.14.90.00.00 |
| Balizas plásticas utilizadas como señales de aeronavegación | 39.26.90.90.90 |
| Balizas de aluminio utilizadas como señales de aeronavegación | 76.16.99.90.00 |
| Bombillas incandescentes de < de 200 W. | 85.39.22.90.00 |
| Cables de aluminio sin aislar | 76.14.90.00.00 |
| Cables de aluminio aislados | 85.44.59.90.00 |
| Cables de aluminio con alma de acero | 76.14.10.00.00 |
| Cables de cobre sin aislar | 74.13.00.00.00 |
| Cables de cobre aislados entre 80 y 1000 V. | 85.44.59.10.00 |

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

| | |
|---|----------------|
| Cinta aislante | 39.19.10.00.00 |
| Clavijas eléctricas para uso general | 85.36.69.00.00 |
| Controladores o impulsores para cercas eléctricas | 85.43.40.00.00 |
| Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias para menos de 1000 V. | 85.36.30.10.90 |
| Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias para más de 1000 V. (limitadores de tensión). | 85.35.40.10.00 |
| Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias para más de 1000 V. (amortiguadores de onda). | 85.35.40.20.00 |
| Electrodos de puesta a tierra en cobre. | 74.07.10.00.00 |
| Electrodos de puesta a tierra en acero con recubrimiento de cobre. | 73.26.90.00.10 |
| Generadores de corriente alterna de potencia \leq a 75 kVA ($<$ a 18,5 kVA). | 85.04.61.10.00 |
| Generadores de corriente alterna de potencia \leq a 75 kVA (de 18,5 kVA a 30 kVA). | 85.04.61.20.00 |
| Generadores de corriente alterna de potencia $>$ a 30 kVA pero \leq a 75 kVA. | 85.04.61.90.00 |
| Generadores de corriente alterna de potencia $>$ a 75 kVA pero \leq 375 kVA. | 85.04.62.00.00 |
| Generadores de corriente alterna de potencia $>$ a 375 kVA pero \leq 750 kVA. | 85.04.63.00.00 |
| Generadores de corriente alterna de potencia $>$ a 750 kVA. | 85.04.64.00.00 |
| Herrajes | 73.26.19.00.00 |
| Interruptores automáticos para tensión \leq a 260 V y capacidad \leq a 30 A. | 85.36.10.20.00 |
| Interruptores automáticos para tensión \leq a 260 V y capacidad $>$ a 30 A. | 85.36.10.90.00 |
| Interruptores manuales de baja tensión | 85.36.50.19.00 |
| Motores eléctricos para tensiones nominales $>$ a 25 V. clasificados en la partida 85.01 excepto los de potencia \leq a 37,5 W. | 85.01.00.00.00 |
| Portalámparas para bombilla incandescente | 85.36.61.00.00 |
| Puestas a tierra temporales | 85.36.90.90.00 |
| Tomacorrientes para uso general | 85.36.69.00.00 |
| Torres de transmisión | 73.08.20.00.00 |
| Transformadores de potencia \leq a 10 kVA (dieléctrico líquido). | 85.04.21.10.00 |
| Transformadores de potencia $>$ a 10 kVA y \leq a 650 kVA (dieléctrico líquido). | 85.04.21.90.00 |
| Transformadores de potencia $>$ a 650 kVA \leq a 1000 kVA (dieléctrico líquido). | 85.04.22.10.00 |
| Transformadores de potencia $>$ a 1000 kVA y \leq a 10000 kVA (dieléctrico líquido). | 85.04.22.90.00 |
| Transformadores de potencia $>$ 1 kVA y \leq a 10 kVA (dieléctrico no líquido). | 85.04.32.10.00 |
| Transformadores de potencia $>$ a 10 kVA y \leq a 16 kVA (dieléctrico no líquido). | 85.04.32.90.00 |
| Transformadores de potencia $>$ a 16 kVA pero \leq a 500 kVA (dieléctrico no líquido). | 85.04.33.00.00 |
| Transformadores de potencia $>$ a 500 kVA y \leq a 1600 kVA (dieléctrico no líquido). | 85.04.34.10.00 |
| Transformadores de potencia $>$ a 1600 kVA y \leq a 10000 kVA (dieléctrico no líquido). | 85.04.34.20.00 |
| Tuberías para instalaciones eléctricas de hierro o aleación de hierro | 73.04.39.00.00 |

Tabla 1. Posición arancelaria de productos

Se exceptúan de la aplicación de este Reglamento las instalaciones y equipos para automóviles, navíos, aeronaves, electrodomésticos, equipos de electromedicina, estaciones de telecomunicaciones, sistemas de radio y en general todas las instalaciones eléctricas que en la actualidad o en el futuro se rijan por un reglamento técnico específico. No obstante estas instalaciones deben garantizar condiciones de seguridad eléctrica basadas en normas técnicas internacionales o de reconocimiento internacional.

Tampoco se aplicarán sus prescripciones a las instalaciones que utilizan menos de 24 voltios o denominadas de "muy baja tensión", como relojes, juguetes y similares, siempre que su fuente de energía sea autónoma, no alimente a otros equipos y que tales instalaciones sean absolutamente independientes de las redes de baja tensión.

Las prescripciones técnicas del presente Reglamento serán exigibles en condiciones normales o nominales de las instalaciones, es decir, no están contemplados los casos de fuerza mayor o de orden público que alteren las instalaciones. No obstante, el propietario de la instalación procurará reestablecer las condiciones de seguridad en el menor tiempo posible.

Artículo 3º. DEFINICIONES

Para todos los efectos del presente Reglamento Técnico se tendrán en cuenta las definiciones generales que aparecen a continuación. Cuando un término no esté en estas normas, se recomienda consultar las normas IEC serie 50 ó IEEE 100.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

ACABADO BLANCO: Se aplica al bulbo de una bombilla que ha recibido un tratamiento en la superficie interior y que le confiere una coloración blanca y una mayor difusión de la luz.

ACABADO CLARO: Se aplica al bulbo de una bombilla incolora y transparente que no ha recibido tratamiento adicional para cambiar su apariencia.

ACABADO ESMERILADO: Se aplica al bulbo de una bombilla que ha recibido un tratamiento en la superficie interior para lograr una mayor difusión de luz sin pérdida apreciable de flujo luminoso.

ACCESIBLE: Que está al alcance de una persona, sin valerse de medio alguno y sin barreras físicas de por medio.

ACCIDENTE: Evento no deseado, incluidos los descuidos y las fallas de equipos, que da por resultado la muerte, una lesión personal, un daño a la propiedad o deterioro ambiental.

ACOMETIDA: Derivación de la red local del servicio respectivo, que llega hasta el registro de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general.

ACREDITACIÓN: Procedimiento mediante el cual se reconoce la competencia técnica y la idoneidad de organismos de certificación e inspección, así como laboratorios de ensayo y de metrología.

ACTO INSEGURO: Violación de una norma de seguridad ya definida.

AISLAMIENTO FUNCIONAL: Es el necesario para el funcionamiento normal de un aparato y la protección contra contactos directos.

AISLADOR: Elemento aislante diseñado de tal forma que soporte un conductor y lo separe eléctricamente de otros conductores.

AISLANTE: Material que impide la propagación de algún fenómeno o agente físico. Material de tan baja conductividad eléctrica, que puede ser utilizado como no conductor.

ALAMBRE: Hilo o filamento de metal, trefilado o laminado, para conducir corriente eléctrica.

ALAMBRE DURO: Aquel que ha sido trefilado en frío hasta su tamaño final, de manera que se acerque a la máxima resistencia a la tracción obtenible.

ALAMBRE SUAVE O BLANDO: Aquel que ha sido trefilado o laminado hasta su tamaño final

y que luego es recocido para aumentar la elongación.

AMBIENTE ELECTROMAGNÉTICO: La totalidad de los fenómenos electromagnéticos existentes en un sitio dado.

ANÁLISIS DE RIESGOS: Conjunto de técnicas para definir, clasificar y evaluar los factores de riesgo y la adopción de las medidas para su control.

APOYO: Nombre genérico dado al dispositivo de soporte de conductores y aisladores de las líneas o redes aéreas. Pueden ser postes, torres u otro tipo de estructuras.

ARCO ELÉCTRICO: Canal conductivo ocasionado por el paso de una gran carga eléctrica, que produce gas caliente de baja resistencia eléctrica y un haz luminoso.

ASKAREL: Ver PCB

AVISO DE SEGURIDAD: Advertencia de prevención o actuación, fácilmente visible, utilizada con el propósito de informar, exigir, restringir o prohibir una actuación.

BALIZA: Señal fija de aeronavegación, que permite la visión diurna o nocturna de un conductor de fase o del cable de guarda.

BATERIA DE ACUMULADORES: Equipo que contiene una o más celdas electroquímicas recargables.

BIEN: Una entidad que presta una determinada función social, es decir, que tiene valor.

BIL: Nivel básico de aislamiento ante impulsos tipo rayo.

BOMBILLA: Dispositivo eléctrico que suministra el flujo luminoso, por transformación de energía eléctrica. Puede ser incandescente si emite luz por calentamiento o luminiscente si hay paso de corriente a través de un gas.

BÓVEDA: Estructura sólida resistente al fuego, ubicada sobre o bajo el nivel del suelo con acceso limitado a personal calificado para instalar, mantener, operar o inspeccionar equipos o cables. La bóveda puede tener aberturas para ventilación, ingreso de personal y entrada de cables.

CABLE: Conjunto de alambres sin aislamiento entre sí y entorchado por medio de capas concéntricas.

CABLE APANTALLADO: Cable con una envoltura conductora alrededor del aislamiento

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

que le sirve como protección electromecánica. Es lo mismo que cable blindado.

CALIDAD: La totalidad de las características de un ente que le confieren la aptitud para satisfacer necesidades explícitas e implícitas. Es un conjunto de cualidades o atributos, como disponibilidad, precio, confiabilidad, durabilidad, seguridad, continuidad, consistencia, respaldo y percepción.

CALIBRACIÓN: El conjunto de operaciones que tienen por finalidad determinar los errores de un instrumento para medir y, de ser necesario, otras características metrológicas.

CARGA: La potencia eléctrica requerida para el funcionamiento de uno o varios equipos eléctricos o la potencia que transporta un circuito.

CARGA NORMALIZADA: Término aplicado a cercas eléctricas. Es la carga que comprende una resistencia no inductiva de 500 ohmios \pm 2,5 ohmios y una resistencia variable, la cual es ajustada para maximizar la energía de impulso en la resistencia.

CARGABILIDAD: Límite térmico dado en capacidad de corriente, para líneas de transporte de energía, transformadores, etc.

CAPACIDAD DE CORRIENTE: Corriente máxima que puede transportar continuamente un conductor en las condiciones de uso, sin superar la temperatura nominal de servicio.

CAPACIDAD NOMINAL: El conjunto de características eléctricas y mecánicas asignadas a un equipo eléctrico por el diseñador, para definir su funcionamiento bajo unas condiciones específicas.

CENTRAL O PLANTA DE GENERACIÓN: Es toda instalación en la que se produzca energía eléctrica, cualquiera que sea el procedimiento empleado.

CERCA ELÉCTRICA: Barrera para propósitos de manejo de animales, que forma un circuito de uno o varios conductores sostenidos con aisladores, a una altura apropiada, de tal forma que no reciban descargas peligrosas los animales ni las personas.

CERTIFICACIÓN: Procedimiento mediante el cual un organismo expide por escrito o por un sello de conformidad, que un producto, un proceso o servicio cumple un reglamento técnico o una(s) norma(s) de fabricación.

CERTIFICADO DE CONFORMIDAD: Documento emitido conforme a las reglas de un sistema de certificación, en el cual se puede confiar razonablemente que un producto, proceso o servicio es conforme con una norma,

especificación técnica u otro documento normativo específico.

CIRCUITO: Lazo cerrado formado por un conjunto de elementos, dispositivos y equipos eléctricos, alimentados por la misma fuente de energía y con las mismas protecciones contra sobretensiones y sobrecorrientes. No se toman los cableados internos de equipos como circuitos.

CLAVIJA: Dispositivo que por inserción en un tomacorriente establece una conexión eléctrica entre los conductores de un cordón flexible y los conductores conectados permanentemente al tomacorriente.

COMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN: Grupo de personas con diferentes intereses sobre un tema, que se reúnen regular y voluntariamente con el fin de identificar necesidades, analizar documentos y elaborar normas técnicas.

COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA: Es la capacidad de un equipo o sistema para funcionar satisfactoriamente en su ambiente electromagnético, sin dejarse afectar ni afectar a otros equipos por energía electromagnética radiada o conducida.

CONDENACIÓN: Bloqueo de un aparato de corte por medio de un candado o de una tarjeta.

CONDICIÓN INSEGURA: Circunstancia potencialmente riesgosa que está presente en el ambiente de trabajo.

CONDUCTOR ACTIVO: Aquellas partes destinadas, en su condición de operación normal, a la transmisión de electricidad y por tanto sometidas a una tensión en servicio normal.

CONDUCTOR ENERGIZADO: Todo aquel que no está conectado a tierra.

CONEXIÓN EQUIPOTENCIAL: Conexión eléctrica entre dos o más puntos, de manera que cualquier corriente que pase, no genere una diferencia de potencial sensible entre ambos puntos.

CONFIABILIDAD: Capacidad de un dispositivo, equipo o sistema para cumplir una función requerida, en unas condiciones y tiempo dados. Equivale a fiabilidad.

CONFORMIDAD: Cumplimiento de un producto, proceso o servicio frente a uno o varios requisitos o prescripciones.

CONSENSO: Acuerdo general caracterizado porque no hay oposición sostenida a asuntos esenciales, de cualquier parte involucrada en el proceso, y que considera las opiniones de todas las partes y reconcilia las posiciones

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

divergentes, dentro del ámbito del bien común e interés general.

CONSIGNACIÓN: Conjunto de operaciones destinadas a abrir, bloquear y formalizar la intervención sobre un circuito.

CONTACTO DIRECTO: Es el contacto de personas o animales con conductores activos de una instalación eléctrica.

CONTACTO ELÉCTRICO: Acción de unión de dos elementos con el fin de cerrar un circuito. Puede ser de frotamiento, de rodillo, líquido o de presión.

CONTACTO INDIRECTO: Es el contacto de personas o animales con elementos puestos accidentalmente bajo tensión o el contacto con cualquier parte activa a través de un medio conductor.

CONTAMINACIÓN: Liberación artificial de sustancias o energía hacia el entorno y que puede causar efectos adversos en el ser humano, otros organismos vivos, equipos o el medio ambiente.

CONTRATISTA: Persona natural o jurídica que responde ante el dueño de una obra, para efectuar actividades de asesoría, interventora, diseño, supervisión, construcción, operación, mantenimiento u otras relacionadas con las líneas eléctricas y equipos asociados, cubiertas por el presente Reglamento Técnico.

CONTROL DE CALIDAD: Proceso de regulación, a través del cual se mide y controla la calidad real de un producto o servicio.

CONTROLADOR DE CERCA ELÉCTRICA: Aparato diseñado para suministrar periódicamente impulsos de alta tensión a una cerca conectada a él.

CORRIENTE ELÉCTRICA: Es el movimiento de cargas eléctricas entre dos puntos que no se hallan al mismo potencial, por tener uno de ellos un exceso de electrones respecto al otro. Es un transporte de energía.

CORRIENTE DE CONTACTO: Corriente que circula a través del cuerpo humano, cuando está sometido a una tensión.

CORROSIÓN: Ataque a una materia y destrucción progresiva de la misma, mediante una acción química o electroquímica o bacteriana.

CORTOCIRCUITO: Fenómeno eléctrico ocasionado por una unión accidental o intencional de muy baja resistencia entre dos o más puntos de diferente potencial de un mismo circuito.

DAÑO: Consecuencia material de un accidente.

DESASTRE: Situación catastrófica súbita que afecta a gran número de personas.

DESCARGA DISRUPTIVA: Falla de un aislamiento bajo un esfuerzo eléctrico, por superarse un nivel de tensión determinado que hace circular una corriente. Se aplica al rompimiento del dieléctrico en sólidos, líquidos o gases y a la combinación de estos.

DESCARGADOR DE SOBRETENSIONES: Dispositivo para protección de equipos eléctricos, el cual limita el nivel de la sobretensión, mediante la absorción de la mayor parte de la energía transitoria, minimizando la transmitida a los equipos y reflejando la otra parte hacia la red. No es correcto llamarlo pararrayos.

DESCUIDO: Olvido o desatención de alguna regla de trabajo.

DIELÉCTRICO: Ver aislante.

DISPONIBILIDAD: Certeza de que un equipo o sistema sea operable en un tiempo dado. Calidad para operar normalmente.

DISTANCIA A MASA: Distancia mínima, bajo condiciones especificadas, entre una parte bajo tensión y toda estructura que tiene el mismo potencial de tierra.

DISTANCIA AL SUELO: Distancia mínima, bajo condiciones ya especificadas, entre el conductor bajo tensión y el terreno.

DISTANCIA DE SEGURIDAD: Es la mínima distancia entre una línea energizada y una zona donde se garantiza que no habrá un accidente por acercamiento.

DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA: Transferencia de energía eléctrica a los consumidores, dentro de un área específica.

DOBLE AISLAMIENTO: Aislamiento que comprende a la vez un aislamiento funcional y un aislamiento suplementario.

DPS: Sigla del dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias o descargador de sobretensiones.

ECOLOGÍA: Ciencia que trata las relaciones de los organismos entre sí y con el medio ambiente que los rodea.

ELECTRICIDAD ESTÁTICA: Una forma de energía eléctrica o el estudio de cargas eléctricas en reposo.

ELECTRICIDAD: El conjunto de disciplinas que estudian los fenómenos eléctricos o una forma de energía obtenida del producto de la potencia eléctrica consumida por el tiempo de servicio. El suministro de electricidad al usuario debe

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

entenderse como un servicio de transporte de energía, con una componente técnica y otra comercial.

ELECTRICISTA: Persona experta en aplicaciones de la electricidad.

ELÉCTRICO: Aquello que tiene o funciona con electricidad.

ELECTROCUCIÓN: Paso de corriente eléctrica a través del cuerpo humano.

ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA: Conductor o conjunto de conductores enterrados que sirven para establecer una conexión con el suelo, inalterables a la humedad y a la acción química del terreno.

ELECTRÓNICA: Parte de la electricidad que maneja las técnicas fundamentadas en la utilización de haces de electrones en vacío, en gases o en semiconductores.

ELECTROTECNIA: Estudio de las aplicaciones técnicas de la electricidad.

EMERGENCIA: Situación que se presenta por un hecho accidental y que requiere suspender todo trabajo para atenderla.

EMPALME: Conexión eléctrica destinada a unir dos partes de conductores, para garantizar continuidad eléctrica y mecánica.

EMPRESA: Unidad económica que se representa como un sistema integral con recursos humanos, de información, financieros y técnicos que produce bienes o servicios y genera utilidad.

ENSAYO: Conjunto de pruebas y controles a los cuales se somete un bien para asegurarse que cumple normas y pueda cumplir la función requerida.

EQUIPO: Conjunto de personas o elementos especializados para lograr un fin o realizar un trabajo.

EQUIPO ELÉCTRICO DE SOPORTE DE LA VIDA: Equipo eléctrico cuya funcionamiento continuo es imprescindible para mantener la vida de un paciente.

EQUIPOTENCIALIZAR: Es el proceso, práctica o acción de conectar partes conductivas de las instalaciones, equipos o sistemas entre sí o a un sistema de puesta a tierra, mediante una baja impedancia, para que la diferencia de potencial sea mínima entre los puntos interconectados.

ERROR: Acción desacertada o equivocada. Estado susceptible de provocar avería.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: Documento que establece características técnicas mínimas de un producto o servicio.

EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD: Procedimiento utilizado, directa o indirectamente, para determinar que se cumplen los requisitos o prescripciones pertinentes de los reglamentos técnicos o normas.

EVENTO: Es una manifestación o situación, producto de fenómenos naturales, técnicos o sociales que puede dar lugar a una emergencia.

EXPLOSIÓN: Expansión rápida y violenta de una masa gaseosa que genera una onda de presión que puede afectar sus proximidades.

EXPOSICIÓN OCUPACIONAL: Toda exposición de los trabajadores ocurrida durante la jornada de trabajo, a un riesgo o contaminante.

EXTINTOR: Aparato autónomo, que contiene un agente para apagar el fuego, eliminando el oxígeno.

FALLA: Degradación de componentes. Alteración intencional o fortuita de la capacidad de un sistema, componente o persona, para cumplir una función requerida.

FASE: Designación de un conductor, un grupo de conductores, un terminal, un devanado o cualquier otro elemento de un sistema polifásico que va a estar energizado durante el servicio normal.

FIBRILACIÓN VENTRICULAR: Contracción espontánea e incontrolada de las fibras del músculo cardíaco, causada entre otros, por una electrocución.

FLECHA: Distancia vertical máxima en un vano, entre el conductor y la línea recta que une los dos puntos de sujeción.

FRECUENCIA: Número de períodos por segundo de una onda. Se mide en hertz o ciclos por segundo.

FRENTE MUERTO: Parte de un equipo accesible a las personas y sin partes activas.

FUEGO: Combinación de combustible, oxígeno y calor. Combustión que se desarrolla en condiciones controladas.

FUEGO CLASE C: El originado en equipos eléctricos energizados.

FUENTE DE ENERGÍA: Todo equipo o sistema que suministre energía eléctrica.

FUENTE DE RESPALDO: Uno o más grupos electrógenos (motor - generador o baterías)

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

cuyo objetivo es proveer energía durante la interrupción del servicio eléctrico normal.

FUSIBLE: Aparato cuya función es abrir, por la fusión de uno o varios de sus componentes, el circuito en el cual está insertado.

GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA: Proceso mediante el cual se obtiene energía eléctrica a partir de alguna otra forma de energía.

GENERADOR: Persona natural o jurídica que produce energía eléctrica, que tiene por lo menos una central o unidad generadora. También significa equipo de generación de energía eléctrica.

IGNICIÓN: Acción de originar una combustión.

ILUMINANCIA: Es el flujo luminoso que incide sobre una superficie. Su unidad, el lux, equivale al flujo luminoso de un lumen que incide homogéneamente sobre una superficie de un metro cuadrado.

IMPACTO AMBIENTAL: Acción o actividad que produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio ambiente o en alguno de los componentes del mismo.

IMPERICIA: Falta de habilidad para desarrollar una tarea.

INCENDIO: Es todo fuego incontrolado.

INDUCCIÓN: Fenómeno en el que un cuerpo energizado, transmite por medio de su campo eléctrico o magnético, energía a otro cuerpo, a pesar de estar separados por un dieléctrico.

INFLAMABLE: Material que se puede encender y quemar rápidamente.

INMUNIDAD: Es la capacidad de un equipo o sistema para funcionar correctamente sin degradarse ante la presencia de una perturbación electromagnética.

INSPECCIÓN: Conjunto de actividades tales como medir, examinar, ensayar o comparar con requisitos establecidos, una o varias características de un producto o instalación eléctrica, para determinar su conformidad.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA: Conjunto de aparatos eléctricos y de circuitos asociados, previstos para un fin particular: generación, transmisión, transformación, rectificación, conversión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

INTERFERENCIA ELECTROMAGNÉTICA: Es la degradación en las características del equipo o sistema, causada por una perturbación electromagnética.

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO: Dispositivo diseñado para que abra el circuito automáticamente cuando se produzca una sobrecorriente predeterminada.

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO AJUSTABLE: Calificativo que indica que el interruptor automático se puede ajustar para que se dispare a distintas corrientes, tiempos o ambos, dentro de un margen predeterminado.

INTERRUPTOR DE FALLA A TIERRA: Interruptor diferencial accionado por corrientes de fuga a tierra, cuya función es interrumpir la corriente hacia la carga cuando se excede algún valor determinado por la soportabilidad de las personas.

INTERRUPTOR DE USO GENERAL: Dispositivo para abrir y cerrar o para conmutar la conexión de un circuito, diseñado para ser operado manualmente. Su capacidad se establece en amperios y es capaz de interrumpir su corriente nominal a su tensión nominal. Cumple funciones de control y no de protección.

LABORATORIO DE METROLOGÍA: Laboratorio que reúne la competencia e idoneidad necesarias para determinar la aptitud o funcionamiento de equipos de medición.

LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYOS: Laboratorio nacional, extranjero o internacional, que posee la competencia e idoneidad necesarias para llevar a cabo en forma general la determinación de las características, aptitud o funcionamiento de materiales o productos.

LESIÓN: Perjuicio fisiológico sufrido por una persona.

LÍNEA DE TRANSMISIÓN: Un sistema de conductores y sus accesorios, para el transporte de energía eléctrica, desde una planta de generación o una subestación a otra subestación. Un circuito teórico equivalente que representa una línea de energía o de comunicaciones.

LÍNEA ELÉCTRICA: Conjunto compuesto por conductores, aisladores, estructuras y accesorios destinados al transporte de energía eléctrica.

LÍNEA MUERTA: Término aplicado a una línea sin tensión o desenergizada.

LÍNEA VIVA: Término aplicado a una línea con tensión o línea energizada.

LONGITUD DE ONDA: En una onda periódica, es la distancia entre puntos de la misma fase en dos ciclos consecutivos.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

LUGAR O LOCAL HÚMEDO: Sitios exteriores parcialmente protegidos o interiores sometidos a un grado moderado de humedad, cuyas condiciones ambientales se manifiestan momentáneamente o permanentemente bajo la forma de condensación.

LUGAR O LOCAL MOJADO: Instalación expuesta a saturación de agua u otros líquidos, así sea temporalmente o durante largos períodos. Las instalaciones eléctricas a la intemperie deben ser consideradas como locales mojados, así como el área de cuidado de pacientes que está sujeta normalmente a exposición de líquidos mientras ellos están presentes. No se incluyen los procedimientos de limpieza rutinarios o el derrame accidental de líquidos.

LUGAR (CLASIFICADO) PELIGROSO: Aquella zona donde están o pueden estar presentes gases o vapores inflamables, polvos combustibles o partículas volátiles de fácil inflamación.

LUMINANCIA: Es el flujo reflejado por los cuerpos, o el flujo emitido si un objeto se considera fuente de luz. También llamado brillo fotométrico. Su unidad es la candela o lúmenes por metro cuadrado.

LUMINARIA: Componente mecánico principal de un sistema de alumbrado que proyecta, filtra y distribuye los rayos luminosos, además de alojar y proteger los elementos requeridos para la iluminación.

MANIOBRA: Conjunto de procedimientos tendientes a operar una red eléctrica en forma segura.

MANTENIMIENTO: Conjunto de acciones o procedimientos tendientes a preservar o restablecer un bien, a un estado tal que le permita garantizar la máxima confiabilidad.

MÁQUINA: Conjunto de mecanismos accionados por una forma de energía, para transformarla en otra más apropiada a un efecto dado.

MASA: Conjunto de partes metálicas de un equipo, que en condiciones normales, están aisladas de las partes activas y se toma como referencia para las señales y tensiones de un circuito electrónico. Las masas pueden estar o no estar conectadas a tierra.

MATERIAL: Cualquier sustancia, insumo, parte o repuesto que se transforma con su primer uso o se incorpora a un bien como parte de él.

MÉTODO: Modo de decir o hacer con orden una cosa. Procedimiento o técnica para realizar un análisis, un estudio o una actividad.

MÉTODO ELECTROGEOMÉTRICO: Procedimiento que permite establecer cual es el volumen de cubrimiento de protección contra rayos de una estructura para una corriente dada, según la posición y la altura de la estructura considerada como pararrayos.

METROLOGÍA: Ciencia de la medición. Incluye aspectos teóricos y prácticos.

MODELO: Procedimiento matemático que permite simular la evolución de variables y propiedades de un sistema, durante el desarrollo de un fenómeno físico o químico. Representación abstracta de un sistema.

MUERTE APARENTE O MUERTE CLINICA: Estado que se presenta cuando una persona deja de respirar y/o su corazón no bombea sangre.

MUERTO: Ser sin vida. También se aplica a un dispositivo enterrado en el suelo, cuyo fin es servir de punto de anclaje fijo.

NECROSIS ELÉCTRICA: Tipo de quemadura producida por alta tensión.

NEUTRO: Conductor activo conectado intencionalmente a una puesta a tierra, bien sólidamente o a través de un impedancia limitadora.

NIVEL DE RIESGO: Valoración conjunta de la probabilidad de ocurrencia de los accidentes, de la gravedad de sus efectos y de la vulnerabilidad del medio.

NODO: Parte de un circuito en el cual dos o más elementos tienen una conexión común.

NOMINAL: Término aplicado a una característica de operación, indica los límites de diseño de esa característica para los cuales presenta las mejores condiciones de operación. Los límites siempre están asociados a una norma técnica.

NORMA: Documento aprobado por una institución reconocida, que prevé, para un uso común y repetido, reglas, directrices o características para los productos o los procesos y métodos de producción conexos, servicios o procesos, cuya observancia no es obligatoria.

NORMA ARMONIZADA: Documento aprobado por organismos de normalización de diferentes países, que establece sobre un mismo objeto, la intercambiabilidad de productos, procesos y servicios, o el acuerdo mutuo sobre los resultados de ensayos, o sobre la información suministrada de acuerdo con estas normas.

NORMA DE SEGURIDAD: Toda acción encaminada a evitar un accidente.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

NORMA INTERNACIONAL: Documento emitido por una organización internacional de normalización, que se pone a disposición del público.

NORMA EXTRANJERA: Norma que se toma en un país como referencia directa o indirecta, pero que fue emitida por otro país.

NORMA REGIONAL: Documento adoptado por una organización regional de normalización y que se pone a disposición del público.

NORMA TÉCNICA: Documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido, que suministra, para uso común y repetido, reglas, directrices y características para la actividades o sus resultados, encaminados al logro del grado óptimo de orden en un contexto dado. Las normas técnicas se deben basar en los resultados consolidados de la ciencia, la tecnología y la experiencia y sus objetivos deben ser los beneficios óptimos para la comunidad.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA (NTC): Norma técnica aprobada o adoptada como tal por el organismo nacional de normalización.

NORMALIZAR: Establecer un orden en una actividad específica.

OBJETIVOS LEGÍTIMOS: Entre otros, la garantía y la seguridad de la vida y la salud humana, animal y vegetal, de su medio ambiente y la prevención de las prácticas que puedan inducir a error a los consumidores, incluyendo asuntos relativos a la identificación de bienes o servicios, considerando entre otros aspectos, cuando corresponda a factores fundamentales de tipo climático, geográfico, tecnológico o de infraestructura o justificación científica.

OPERADOR DE RED: Empresa de Servicios Públicos encargada de la planeación, de la expansión y de las inversiones, operación y mantenimiento de todo o parte de un Sistema de Transmisión Regional o un Sistema de Distribución Local.

ORGANISMO DE ACREDITACIÓN: Entidad gubernamental que acredita y supervisa los organismos de certificación, los laboratorios de pruebas y ensayo y de metrología que hagan parte del sistema nacional de normalización, certificación y metrología.

ORGANISMO DE CERTIFICACIÓN: Entidad Imparcial, pública o privada, nacional, extranjera o internacional, que posee la competencia y la confiabilidad necesarias para administrar un sistema de certificación, consultando los intereses generales.

ORGANISMO DE INSPECCIÓN: Entidad que ejecuta actividades de medición, ensayo o

comparación con un patrón o documento de referencia de un proceso, un producto, una instalación o una organización y confrontar los resultados con unos requisitos especificados.

ORGANISMO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN: Entidad reconocida por el gobierno nacional, cuya función principal es la elaboración, adopción y publicación de las normas técnicas nacionales y la adopción como tales de las normas elaboradas por otros entes.

PARARRAYOS: Elemento metálico resistente a la corrosión, cuya función es interceptar los rayos que podrían impactar directamente sobre la instalación a proteger. Más técnicamente se denomina terminal de captación.

PATRÓN: Medida materializada, aparato de medición o sistema de medición destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad o uno o varios valores conocidos de una magnitud para transmitirlos por comparación a otros instrumentos de medición.

PCB: Bifenilo policlorado, aquellos clorobifenilos que tienen la fórmula molecular $C_{12}H_{10-n}Cl_n$ donde n es mayor que 1. Conocido comúnmente como Askarel.

PELIGRO: Exposición incontrolada a un riesgo.

PERSONA: Individuo de la especie humana, cualquiera sea su edad, sexo, estirpe o condición.

PERSONA CALIFICADA: Quien en virtud de certificados expedidos por entidades competentes o títulos académicos acredita su formación profesional en electrotecnia. Además, posee experiencia y un adecuado conocimiento del diseño, la instalación, construcción, operación o mantenimiento de los equipos eléctricos y de los riesgos asociados.

PERSONA JURÍDICA: Se llama persona jurídica, una persona ficticia, capaz de ejercer derechos y contraer obligaciones civiles, y de ser representada judicial y extrajudicialmente.

Las personas jurídicas son de dos especies: corporaciones y fundaciones de beneficencia pública. Hay personas jurídicas que participan de uno y otro carácter.

PERTURBACIÓN ELECTROMAGNÉTICA: Cualquier fenómeno electromagnético que puede degradar las características de desempeño de un equipo o sistema.

PISO CONDUCTIVO: Arreglo de material conductivo de un lugar que sirve como medio de conexión eléctrica entre personas y objetos para prevenir la acumulación de cargas electrostáticas.

PLANO: Representación a escala en una superficie.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

PRECAUCIÓN: Actitud de cautela para evitar o prevenir los daños que puedan presentarse al ejecutar una acción.

PREVENCIÓN: Evaluación predictiva de los riesgos y sus consecuencias. Conocimiento a priori para controlar los riesgos. Acciones para eliminar la probabilidad de un accidente.

PREVISIÓN: Anticipación y adopción de medidas ante la posible ocurrencia de un suceso, en función de los indicios observados y de la experiencia.

PRIMEROS AUXILIOS: Todos los cuidados inmediatos y adecuados, pero provisionales, que se prestan a alguien accidentado o con enfermedad repentina, para conservarle la vida.

PRODUCTO: Cualquier bien, ya sea en estado natural o manufacturado, incluso si se ha incorporado en otro producto.

PROFESIÓN: Empleo, facultad u oficio que tiene una persona y ejerce con derecho a retribución.

PUERTA CORTAFUEGO: Puerta que cumple los criterios de estabilidad, estanqueidad, no emisión de gases inflamables y aislamiento térmico durante un período de tiempo determinado.

PUERTO: Punto de interfaz entre un equipo y su ambiente electromagnético.

PUESTA A TIERRA: Grupo de elementos conductores equipotenciales, en contacto eléctrico con el suelo o una masa metálica de referencia común, que distribuye las corrientes eléctricas de falla en el suelo o en la masa. Comprende electrodos, conexiones y cables enterrados.

PUNTO CALIENTE: Punto de conexión que esté trabajando a una temperatura por encima de la normal, generando pérdidas de energía y a veces, riesgo de incendio.

PUNTO NEUTRO: Es el nodo o punto de un sistema eléctrico, que para las condiciones de funcionamiento previstas, presenta la misma diferencia de potencial con relación a cada una de las fases.

QUEMADURA: Conjunto de trastornos tisulares, producidos por el contacto prolongado con llamas o cuerpos de temperatura elevada.

RAYO: La descarga eléctrica atmosférica o más comúnmente conocida como rayo, es un fenómeno físico que se caracteriza por una transferencia de carga eléctrica de una nube hacia la tierra, de la tierra hacia la nube, entre

dos nubes, al interior de una nube o de la nube hacia la ionosfera.

RECEPTOR: Todo equipo o máquina que utiliza la electricidad para un fin particular.

RED EQUIPOTENCIAL: Conjunto de conductores del SPT que no están en contacto con el suelo o terreno y que conectan sistemas eléctricos, equipos o instalaciones con la puesta a tierra.

RED INTERNA: Es el conjunto de redes, tuberías, accesorios y equipos que integran el sistema de suministro del servicio público al inmueble a partir del medidor. Para edificios de propiedad horizontal o condominios, es aquel sistema de suministro del servicio al inmueble a partir del registro de corte general cuando lo hubiere.

REGLAMENTO TÉCNICO: Documento en el que se establecen las características de un producto, servicio o los procesos y métodos de producción, con inclusión de las disposiciones administrativas aplicables y cuya observancia es obligatoria.

REQUISITO: Precepto, condición o prescripción que debe ser cumplida, es decir que su cumplimiento es obligatorio.

RESGUARDO: Medio de protección que impide o dificulta el acceso de las personas o sus extremidades, a una zona de peligro.

RETIE O Retie: Acrónimo del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas adoptado por Colombia.

RIESGO: Condición ambiental o humana cuya presencia o modificación puede producir un accidente o una enfermedad ocupacional. Posibilidad de consecuencias nocivas o perjudiciales vinculadas a exposiciones reales o potenciales.

RIESGO DE ELECTROCUCIÓN: Posibilidad de circulación de una corriente eléctrica a través de un ser vivo.

RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA: Es la relación entre el potencial del sistema de puesta a tierra a medir, respecto a una tierra remota y la corriente que fluye entre estos puntos.

SECCIONADOR: Dispositivo destinado a hacer un corte visible en un circuito eléctrico y está diseñado para que se manipule después de que el circuito se ha abierto por otros medios.

SEGURIDAD: Estado de riesgo aceptable o actitud mental de las personas.

SEÑALIZACIÓN: Conjunto de actuaciones y medios dispuestos para reflejar las advertencias de seguridad en una instalación.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

SERVICIO: Prestación realizada a título profesional o en forma pública, en forma onerosa o no, siempre que no tenga por objeto directo la fabricación de bienes.

SERVICIO PÚBLICO: Actividad organizada que satisface una necesidad colectiva en forma regular y continua, de acuerdo con un régimen jurídico especial, bien sea que se realice por el Estado directamente o por entes privados.

SERVICIO PÚBLICO DOMICILIARIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA: Es el transporte de energía eléctrica desde las redes regionales de transmisión hasta el domicilio del usuario final, incluida su conexión y medición.

SÍMBOLO: Imagen o signo que describe una unidad, magnitud o situación determinada y que se utiliza como forma convencional de entendimiento colectivo.

SISTEMA: Conjunto de componentes interrelacionados e interactuantes para llevar a cabo una misión conjunta. Admite ciertos elementos de entrada y produce ciertos elementos de salida en un proceso organizado.

SISTEMA DE EMERGENCIA: Un sistema de potencia destinado a suministrar energía de respaldo a un número limitado de funciones vitales, dirigidas a la protección de la vida humana y la seguridad.

SISTEMA DE POTENCIA AISLADO: Un sistema que comprende un transformador de aislamiento, un monitor de aislamiento de línea y los conductores de circuito no puestos a tierra para uso en las áreas críticas de hospitales.

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA (SPT): Conjunto de elementos conductores de un sistema eléctrico específico, sin interrupciones ni fusibles, que conectan los equipos eléctricos con el terreno o una masa metálica. Comprende la puesta a tierra y la red equipotencial de cables que normalmente no conducen corriente.

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN: Conjunto de conexión, encerramiento, canalización, cable y clavija que se acoplan a un equipo eléctrico, para prevenir electrocuciones por contactos con partes metálicas energizadas accidentalmente.

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE SERVICIO: Es la que pertenece al circuito de corriente; sirve tanto para condiciones de funcionamiento normal como de falla.

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA TEMPORAL: Dispositivo de puesta en cortocircuito y a tierra, para protección del personal que interviene en redes desenergizadas.

SISTEMA ININTERRUPIDO DE POTENCIA (UPS): Sistema que provee energía a cargas críticas unos milisegundos después del corte de la alimentación normal. Durante ese tiempo, normalmente no debe salir de servicio ninguno de los equipos que alimenta.

SOBRECARGA: Funcionamiento de un elemento excediendo su capacidad nominal.

SOBRETENSIÓN: Tensión anormal existente entre dos puntos de una instalación eléctrica, superior a la tensión máxima de operación normal de un dispositivo, equipo o sistema.

SUBESTACIÓN: Conjunto único de instalaciones, equipos eléctricos y obras complementarias, destinado a la transferencia de energía eléctrica, mediante la transformación de potencia.

SUSCEPTIBILIDAD: La inhabilidad de un dispositivo, equipo o sistema para operar sin degradarse en presencia de una perturbación electromagnética.

TÉCNICA: Conjunto de procedimientos y recursos que se derivan de aplicaciones prácticas de una o varias ciencias.

TÉCNICO ELECTRICISTA: Persona que se ocupa en el estudio y las aplicaciones de la electricidad y ejerce a nivel medio o como auxiliar de los ingenieros electricistas o similares.

TENSIÓN: La diferencia de potencial eléctrico entre dos conductores, que hace que fluyan electrones por una resistencia. Tensión es una magnitud, cuya unidad es el voltio; un error frecuente es hablar de "voltaje".

TENSIÓN DE CONTACTO: Diferencia de potencial que durante una falla se presenta entre una estructura metálica puesta a tierra y un punto de la superficie del terreno a una distancia de un metro. Esta distancia horizontal es equivalente a la máxima que se puede alcanzar al extender un brazo.

TENSIÓN DE PASO: Diferencia de potencial que durante una falla se presenta entre dos puntos de la superficie del terreno, separados por una distancia de un paso (aproximadamente un metro).

TENSIÓN DE SERVICIO: Valor de tensión, bajo condiciones normales, en un instante dado y en un nodo del sistema. Puede ser estimado, esperado o medido.

TENSIÓN MÁXIMA PARA UN EQUIPO: Tensión máxima para la cual está especificado, sin rebasar el margen de seguridad, en lo que respecta a su aislamiento o a otras

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

características propias del equipo. Debe especificarse para equipos que operen con tensión superior a 1000 V.

TENSIÓN MÁXIMA DE UN SISTEMA: Valor de tensión máxima en un punto de un sistema eléctrico, durante un tiempo, bajo condiciones de operación normal.

TENSIÓN NOMINAL: Valor convencional de la tensión con el cual se designa un sistema, instalación o equipo y para el que ha sido previsto su funcionamiento y aislamiento. Para el caso de sistemas trifásicos, se considera como tal la tensión entre fases.

TENSION TRANSFERIDA: Es un caso especial de tensión de contacto, donde un potencial es conducido hasta un punto remoto respecto a la subestación o a una puesta a tierra.

TETANIZACIÓN: Rigidez muscular producida por el paso de una corriente eléctrica.

TIERRA (Ground o earth): Para sistemas eléctricos, es una expresión que generaliza todo lo referente a conexiones con tierra. En temas eléctricos se asocia a suelo, terreno, tierra, masa, chasis, carcasa, armazón, estructura ó tubería de agua. El término "masa" sólo debe utilizarse para aquellos casos en que no es el suelo, como en los aviones, los barcos y los carros.

TIERRA REDUNDANTE: Conexión especial de conductores de puesta a tierra, para tomacorrientes y equipo eléctrico fijo en áreas de cuidado de pacientes, que interconecta tanto la tubería metálica como el conductor de tierra aislado, con el fin de asegurar la protección de los pacientes contra las corrientes de fuga.

TOMACORRIENTE: Dispositivo con contactos hembra, diseñado para instalación fija en una estructura o parte de un equipo, cuyo propósito es establecer una conexión eléctrica con una clavija.

TOXICIDAD: Efecto venenoso producido por un período de exposición a gases, humos o vapores y que puede dar lugar a un daño fisiológico o la muerte.

TRABAJADOR: Persona que ejecuta un ejercicio de sus habilidades, de manera retribuida y dentro de una organización.

TRABAJO: Actividad vital del hombre, social y racional, orientada a un fin y un medio de plena realización.

TRABAJOS EN TENSIÓN: Métodos de trabajo, en los cuales un operario entra en contacto con elementos energizados o entra en la zona de influencia directa del campo electromagnético que este produce, bien sea con una parte de su

cuerpo o con herramientas, equipos o los dispositivos que manipula.

TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA: Transferencia de energía eléctrica a través de una transformación de potencia.

TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA: Transferencia de grandes bloques de energía eléctrica, desde las centrales de generación hasta las áreas de consumo.

TRANSMISOR NACIONAL: Persona que opera y transporta energía eléctrica en el sistema de transmisión nacional o que ha constituido una empresa cuyo objeto es el desarrollo de dichas actividades.

UMBRAL: Nivel de una señal o concentración de un contaminante, comúnmente aceptado como de no daño al ser humano.

UMBRAL DE PERCEPCIÓN: Valor mínimo de corriente a partir de la cual es percibida por el 99.5 % de los seres humanos. Se estima en 1,1 miliamperios para los hombres en corriente alterna a 60 Hz.

UMBRAL DE REACCIÓN: Valor mínimo de corriente que causa contracción muscular involuntaria.

UMBRAL DE SOLTAR O CORRIENTE LIMITE: Es el valor máximo de corriente que permite la separación voluntaria de un 99.5% de las personas, cuando sujetando un electrodo bajo tensión con las manos, conserva la posibilidad de soltarlo, mediante la utilización de los mismos músculos que están siendo estimulados por la corriente. Se considera como la máxima corriente segura y se estima en 10 mA para hombres, en corriente alterna.

URGENCIA: Necesidad de trabajo que se presenta fuera de la programación y que permite realizarse cuando se terminen las tareas en ejecución.

USUARIO: Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público, bien como propietario del inmueble en donde este se presta, o como receptor directo del servicio. A este último usuario se denomina también consumidor.

VANO: Distancia horizontal entre dos apoyos adyacentes de una línea o red.

VECINDAD DEL PACIENTE: Es el espacio destinado para el examen y tratamiento de pacientes, se define como la distancia horizontal de 1.8 metros desde la cama, silla, mesa u otro dispositivo que soporte al paciente y se extiende hasta una distancia vertical de 2,30 metros sobre el piso.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

VIDA ÚTIL: Tiempo durante el cual un bien cumple la función para la que fue concebido.

una línea de transmisión aérea, para garantizar que bajo ninguna circunstancia se presenten accidentes en ella.

ZONA DE SERVIDUMBRE: Es una franja de terreno que se deja sin obstáculos a lo largo de

Artículo 4º. ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS Y SIGLAS

Para efectos del presente Reglamento y una mayor información, se presenta un listado de las abreviaturas, acrónimos y siglas más comúnmente utilizadas en el sector eléctrico; unas corresponden a los principales organismos de normalización, otras son de instituciones o asociaciones y algunas son de uso común y repetido.

| AMBITO | ORGANISMO DE NORMALIZACIÓN | | NORMA |
|---------------|----------------------------|---|--------|
| | SIGLA/ ACRÓNIMO | NOMBRE | |
| ESPAÑA | AENOR | Asociación Española de Normalización y Certificación | UNE |
| FRANCIA | AFNOR | Association Francaise de Normalisation | NF |
| E.E. U.U. | ANSI | American National Standards Institute | ANSI |
| INGLATERRA | BSI | British Standards Institution | BS |
| SUR AMÉRICA | CAN | Comité Andino de Normalización | |
| SUR AMÉRICA | CANENA | Consejo de Armonización de Normas Electrotécnicas Naciones de América | |
| EUROPA | CENELEC | Comité Européen de Normalization Electro-technique | EN |
| AMÉRICA | COPANT | Comisión Panamericana de Normas Técnicas | COPANT |
| COLOMBIA | ICONTEC | Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación | NTC |
| INTERNACIONAL | IEC | International Electrotechnical Commission | IEC |
| INTERNACIONAL | ISO | International Organization for Standardization | ISO |
| INTERNACIONAL | UIT-ITU | Unión Internacional de Telecomunicaciones-International Telecommunication Union | UIT |
| ALEMANIA | DIN | Deutsches Institut fur Normung | VDE |

Tabla 2. Organismos de Normalización.

| ACRÓNIMOS, SIGLAS Y ABREVIATURAS DE COMÚN UTILIZACIÓN | |
|---|--|
| AAC | All Aluminum Conductor |
| AAAC | All Aluminum Alloy Conductor |
| ACSR | Aluminum Conductor Steel Reinforced |
| AEIC | Association of Edison Illuminating Companies |
| ASTM | American Society for Testing and Materials |
| AT | Alta Tensión |
| AWG | American Wire Gage |
| BT | Baja Tensión |
| CEI | Comitato Elettrotecnico Italiano |
| CIGRE | Conseil International des Grands Réseaux Electriques |
| CREG | Comisión de Regulación de Energía y Gas |
| DPS | Dispositivo de Protección contra Sobretensiones Transitorias |
| ESD | Electrostatic Discharge |
| FIPS | Federal Information Processing Standards |
| IACS | International Annealed Copper Standard |
| ICEA | Insulated Cable Engineers Association |
| ICS | International Classification for Standards |
| IEEE | Institute of Electrical and Electronics Engineers |
| IQNET | International Certification Network |
| IRPA | International Radiation Protection Association |
| MT | Media Tensión |
| NEMA | National Electrical Manufacturers Association |
| NFPA | National Fire Protection Association |
| NTC | Norma Técnica Colombiana |
| OMC | Organización Mundial del Comercio |
| PVC | Cloruro de polivinilo |
| SI | Sistema Internacional de unidades |
| SIC | Superintendencia de Industria y Comercio |
| SPT | Sistema de Puesta a Tierra |

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

| | |
|------|--|
| SSPD | Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios |
| TBT | Technical Barriers to Trade agreement (Obstáculos técnicos al comercio) |
| TW | Thermoplastic Wet (Termoplástico resistente a la humedad) |
| THW | Thermoplastic Heat Wet (Termoplástico resistente al calor (75°C) y a la humedad) |
| THHN | Thermoplastic High Heat Nylon (Termoplástico resistente al calor (90°C) y a la abrasión) |
| UL | Underwrites Laboratories Inc. |
| XLPE | Cross Linked Polyethylene (polietileno de cadena cruzada) |
| c.a. | Corriente alterna |
| c.c. | Corriente continua |
| cmil | Circular mil |
| rms | Root mean square. Valor eficaz de una señal |
| t.c. | Transformador de corriente |
| t.t. | Transformador de tensión |

Tabla 3. Acrónimos, siglas y abreviaturas de común utilización.

Artículo 5º. ANÁLISIS DE RIESGOS ELÉCTRICOS

En general la utilización y dependencia tanto industrial como doméstica de la energía eléctrica ha traído consigo la aparición de accidentes por contacto con elementos energizados o incendios, los cuales se han incrementado cada vez más.

El número de accidentes sigue al avance de electrificación de un país. La mayor parte de los accidentes con origen eléctrico se presentan en los procesos de distribución y utilización.

A medida que el uso de la electricidad se extiende se requiere ser más exigentes en cuanto a la normalización y reglamentación. El resultado final del paso de una corriente eléctrica por el cuerpo humano puede predecirse con un gran porcentaje de certeza, si se toman ciertas condiciones de riesgo conocidas y se evalúa en qué medida influyen todos los factores que se conjugan en un accidente de tipo eléctrico.

Esta parte informativa del Retie tiene como principal objetivo crear una conciencia sobre los riesgos existentes en todo lugar donde se haga uso de la electricidad. Se espera que el personal calificado la aplique en función de las características de una actividad, un proceso o una situación en donde se presente el riesgo

Algunos estudios, principalmente los de Dalziel, han establecido niveles de corte de corriente de los dispositivos de protección que evitan la muerte por electrocución de cero al ciento por ciento. En la siguiente tabla aparece un resumen de estos niveles.

| Corriente de disparo | 6 mA (rms) | 10 mA (rms) | 20 mA (rms) | 30 mA (rms) |
|----------------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| Hombres | 100 % | 98,5 % | 7,5 % | 0 % |
| Mujeres | 99,5 % | 60 % | 0 % | 0 % |
| Niños | 92,5 % | 7,5 % | 0 % | 0 % |

Tabla 4. Porcentaje de personas que se protegen según la corriente de disparo.

En estudios recientes el ing. Biegelmeier estableció la relación entre el $I^2.t$ y los efectos fisiológicos, tal como aparece en la siguiente tabla:

| Energía específica $A^2.s.(10^{-6})$ | Percepciones y reacciones fisiológicas. |
|--------------------------------------|--|
| 4 a 8 | Sensaciones leves en dedos y en tendones de los pies. |
| 10 a 30 | Rigidez muscular suave en dedos, muñecas y codos. |
| 15 a 45 | Rigidez muscular en dedos, muñecas, codos y hombros. Sensación en las piernas. |
| 40 a 80 | Rigidez muscular y dolor en brazos y piernas. |
| 70 a 120 | Rigidez muscular, dolor y ardor en brazos, hombros y piernas. |

Tabla 5. Relación entre energía específica y efectos fisiológicos.

Hoy en día, en las normas se han fijado criterios claros sobre soportabilidad de seres humanos y animales, como se ve en la siguiente gráfica tomada de la NTC 4120, con

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

referente IEC 60479-2, que muestra las zonas de los efectos de las corrientes alternas de 15 Hz a 100 Hz. El umbral de fibrilación ventricular depende de varios parámetros fisiológicos y otros eléctricos, por ello se ha tomado la curva C1 como límite para diseño de equipos de protección. Los valores umbrales para flujo de corriente de menos de **0,2 segundos** se aplican solamente al flujo de corriente durante el período vulnerable del ciclo cardíaco.

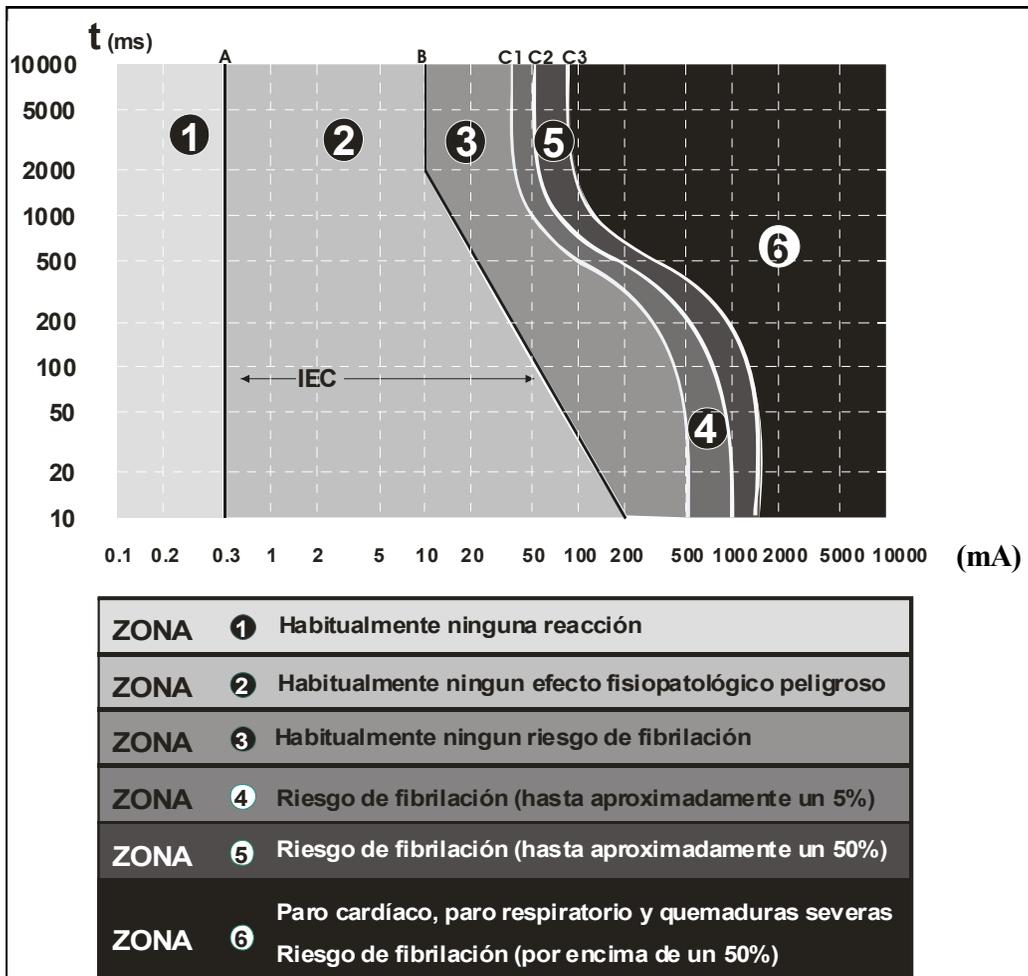


Figura 1. Zonas de tiempo/corriente de los efectos de las corrientes alternas de 15 Hz a 100 Hz.

1. Evaluación del Nivel de riesgo

El presente Reglamento está orientado a las instalaciones desde baja tensión hasta extra alta tensión. Debido a que los umbrales de percepción del paso de corriente (1,1 mA), y las reacciones a soltarse (10 mA), de rigidez muscular o de fibrilación (25 mA) se presentan con valores muy bajos de corriente para los seres vivos y su consecuencia directa puede ser la muerte o la pérdida de algún miembro, cualquier accidente de origen eléctrico debe tomarse como de máxima gravedad potencial.

Adicionalmente, al considerar el uso masivo de instalaciones y que la continuidad en su utilización es casi permanente a nivel residencial, comercial, industrial y oficial, la frecuencia de exposición al riesgo también presenta su nivel más alto.

Con el fin de evaluar el grado de los riesgos de tipo eléctrico que el Reglamento busca minimizar o eliminar, se aplica la siguiente matriz de riesgo.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

MATRIZ DE ANÁLISIS DE RIESGOS

| FRECUENCIA \ GRAVEDAD | FRECUENTE | POSIBLE | OCASIONAL | REMOTO | IMPROBABLE |
|-----------------------|-----------|---------|-----------|--------|------------|
| SEVERA | | | | | |
| ALTA | | | | | |
| MODERADA | | | | | |
| BAJA | | | | | |

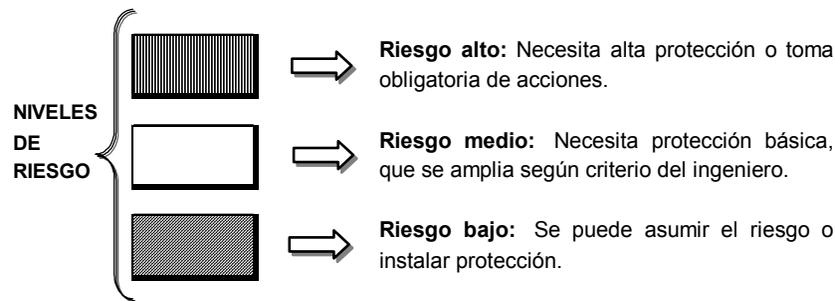


Figura 2. Matriz de riesgo

Se concluye que el nivel de riesgo siempre será alto para los riesgos considerados, por lo que los requisitos establecidos como de carácter obligatorio, apuntan a controlar los riesgos eléctricos más comunes.

También es factible determinar la justificación económica de las medidas de control del riesgo, en función directa del nivel de riesgo y del nivel de control a establecer, de acuerdo con un método de evaluación matemática como el desarrollado por William T. Fine.

$$\text{Justificación} = (\text{Nivel de riesgo} * \text{Efectividad estimada}) / \text{Costo de las medidas de control}$$

Con carácter general, se admiten como plenamente aceptadas las medidas preventivas que dan para la Justificación, un valor superior a 20. En el análisis hecho para los diferentes riesgos eléctricos considerados, siempre se obtiene una cifra mayor.

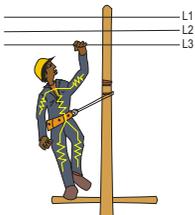
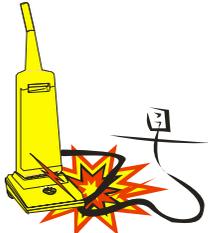
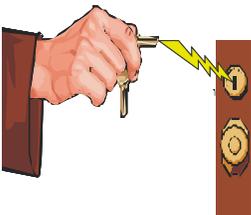
2. Riesgos eléctricos más comunes

Un riesgo es una condición ambiental o humana cuya presencia o modificación puede producir un accidente o una enfermedad ocupacional. Por regla general, todas las instalaciones eléctricas tienen implícito un riesgo y ante la imposibilidad de controlarlos todos en forma permanente, se seleccionaron algunos de los más comunes, que al no tenerlos presentes ocasionan la mayor cantidad de accidentes.

El tratamiento preventivo de la problemática del riesgo eléctrico obliga a saber identificar y valorar las situaciones irregulares, antes de que suceda algún accidente. Por ello, es necesario conocer claramente el concepto de riesgo de contacto con la corriente eléctrica. A partir de ese conocimiento, del análisis de los factores que intervienen y de las circunstancias particulares, se tendrán criterios objetivos que permitan detectar la situación de riesgo y valorar su grado de peligrosidad. Identificado el riesgo, se han de seleccionar las medidas preventivas aplicables.

En la siguiente tabla se ilustran algunos de los riesgos eléctricos más comunes, sus posibles causas y medidas de protección.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

| | |
|---|--|
|  | <p>RIESGO: ARCOS ELÉCTRICOS.</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos, mantener una distancia de seguridad, usar gafas de protección contra rayos ultravioleta.</p> |
|  | <p>RIESGO: AUSENCIA DE ELECTRICIDAD.</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Apagón, no disponer de un sistema ininterrumpido de potencia, no tener plantas de emergencia, no tener transferencia.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Disponer de sistemas ininterrumpidos de potencia y de plantas de emergencia con transferencia automática.</p> |
|  | <p>RIESGO: CONTACTO DIRECTO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Negligencia de técnicos o impericia de no técnicos.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Distancias de seguridad, interposición de obstáculos, aislamiento o recubrimiento de partes activas, utilización de interruptores diferenciales, elementos de protección personal, puesta a tierra, probar ausencia de tensión.</p> |
|  | <p>RIESGO: CONTACTO INDIRECTO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Separación de circuitos, uso de muy baja tensión, distancias de seguridad, conexiones equipotenciales, sistemas de puesta a tierra, interruptores diferenciales, mantenimiento preventivo y correctivo.</p> |
|  | <p>RIESGO: CORTOCIRCUITO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Fallas de aislamiento, impericia de los técnicos, accidentes externos, vientos fuertes, humedades.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles.</p> |
|  | <p>RIESGO: ELECTRICIDAD ESTÁTICA</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Unión y separación constante de materiales como aislantes, conductores, sólidos o gases con la presencia de un aislante.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Sistemas de puesta a tierra, conexiones equipotenciales, aumento de la humedad relativa, ionización del ambiente, eliminadores eléctricos y radiactivos, pisos conductivos.</p> |
|  | <p>RIESGO: EQUIPO DEFECTUOSO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Mal mantenimiento, mala instalación, mala utilización, tiempo de uso, transporte inadecuado.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Mantenimiento predictivo y preventivo, construcción de instalaciones siguiendo las normas técnicas, caracterización del entorno electromagnético.</p> |

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

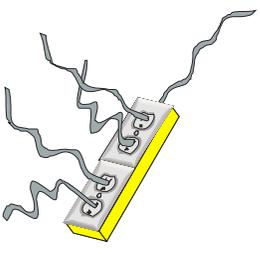
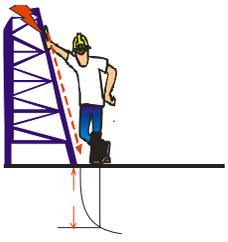
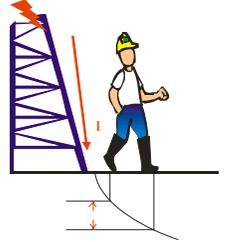
| | |
|---|--|
|  | <p>RIESGO: RAYOS</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Fallas en el diseño, construcción, operación, mantenimiento del sistema de protección.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Pararrayos, bajantes, puestas a tierra, equipotencialización, apantallamientos, topología de cableados. Además suspender actividades de alto riesgo, cuando se tenga personal al aire libre.</p> |
|  | <p>RIESGO: SOBRECARGA</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplen las normas técnicas, conexiones flojas, armónicos.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Interruptores automáticos con relés de sobrecarga, interruptores automáticos asociados con cortacircuitos, cortacircuitos, fusibles, dimensionamiento adecuado de conductores y equipos.</p> |
|  | <p>RIESGO: TENSIÓN DE CONTACTO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de distancias de seguridad.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.</p> |
|  | <p>RIESGO: TENSIÓN DE PASO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de áreas restringidas.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.</p> |

Tabla 6. Riesgos eléctricos comunes.

3. Situaciones de alto riesgo

En los casos o circunstancias en que se observe inminente peligro para las personas, se deberá interrumpir el funcionamiento de la instalación eléctrica, excepto en aeropuertos y áreas críticas de hospitales, cuando dicha interrupción conllevaría un riesgo más alto.

En una situación de inminente riesgo de accidente, personal calificado, podrá solicitar a la autoridad civil o de policía, adoptar las medidas provisionales que eliminen el riesgo, dando cuenta inmediatamente al organismo de control, que fijará el plazo para restablecer las condiciones reglamentarias.

En los casos de accidente con o sin interrupción del servicio de energía se comunicará inmediatamente a la autoridad competente y a la empresa prestadora del servicio.

Artículo 6º. ANÁLISIS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Las técnicas de la compatibilidad electromagnética (CEM) se deben aplicar cuando los niveles de operación de los dispositivos, equipos o sistemas sean más exigentes que los requeridos para cumplir la seguridad de personas. La CEM es la armonía que se presenta en

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

un ambiente electromagnético, en el cual operan equipos receptores y se encuentran cumpliendo con sus funciones satisfactoriamente. El correcto desempeño se puede ver afectado por el nivel de las perturbaciones electromagnéticas existentes en el ambiente, por la susceptibilidad de los dispositivos y por la cantidad de energía de la perturbación que se pueda acoplar a los dispositivos. Cuando estos tres elementos propician la transferencia de energía nociva, se produce una interferencia electromagnética, que se puede manifestar como una mala operación, error, apagado y reencendido de equipos o su destrucción. Los componentes de la compatibilidad electromagnética son: Emisor, canal de acople y receptor.

En la siguiente figura se expone la estructura de la compatibilidad electromagnética, donde,

PE = Perturbación electromagnética.

C = Canal de acople.

IE = Interferencia electromagnética.

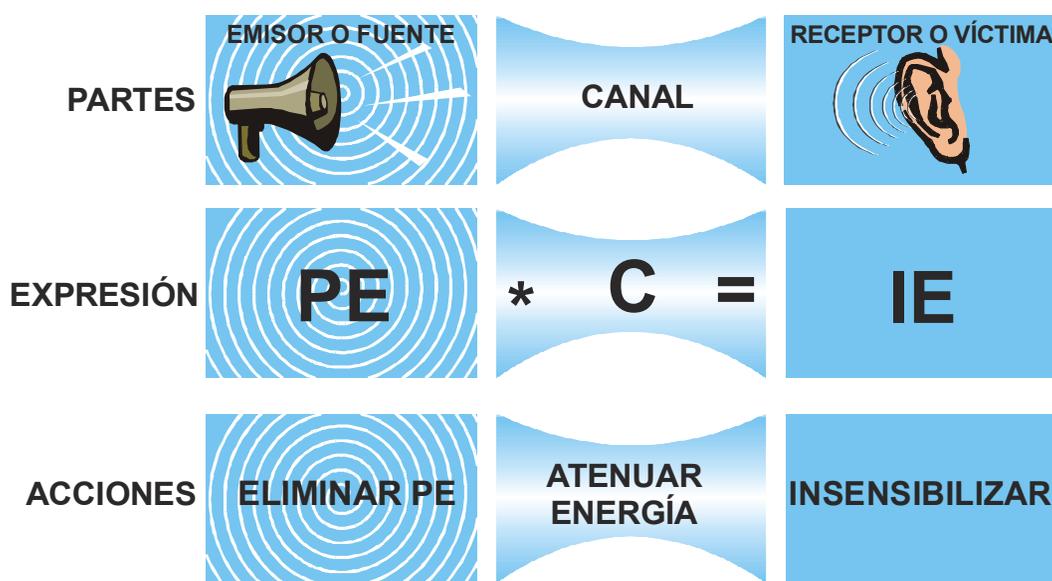


Figura 3. Estructura de la CEM

Artículo 7º. PROGRAMA DE SALUD OCUPACIONAL

Para efectos del presente Reglamento Técnico, toda empresa del sector eléctrico colombiano debe cumplir los siguientes preceptos de salud ocupacional, adoptados de la Resolución 001016 del 31 de marzo de 1989 expedida por los Ministerios de Trabajo y Seguridad Social y de Salud y las demás que la modifiquen, además de la legislación colombiana sobre la materia:

- Todos los empleadores públicos, oficiales, privados, contratistas y subcontratistas, están obligados a organizar y garantizar el funcionamiento de un programa de Salud Ocupacional.
- El programa de Salud Ocupacional consiste en la planeación, organización, ejecución y evaluación de las actividades de Medicina Preventiva, Medicina del Trabajo, Higiene Industrial y Seguridad Industrial. Cada empresa debe tener su propio programa y sólo es permitido compartir recursos, pero nunca un programa puede comprender a dos empresas.
- Elaborar un panorama de riesgos para obtener información sobre estos en los sitios de trabajo de la empresa, que permita su localización y evaluación.
- Establecer y ejecutar las modificaciones en los procesos u operaciones, sustitución de materias primas peligrosas, encerramiento o aislamiento de procesos, operaciones u

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

otras medidas, con el objeto de controlar en la fuente de origen y/o en el medio, los agentes de riesgo.

- Estudiar e implantar los programas de mantenimiento preventivo de las máquinas, equipos, herramientas, instalaciones locativas, alumbrado y redes eléctricas.
- Inspeccionar periódicamente las redes e instalaciones eléctricas locativas, de maquinaria, equipos y herramientas, para controlar los riesgos de electrocución y los peligros de incendio.
- Delimitar o demarcar las áreas de trabajo, zonas de almacenamiento y vías de circulación y señalizar salidas de emergencia, resguardos y zonas peligrosas de las máquinas e instalaciones.
- Organizar y desarrollar un plan de emergencia teniendo en cuenta las siguientes ramas:
 - a. Rama Preventiva
 - b. Rama Pasiva o estructural
 - c. Rama Activa o Control de las emergencias.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

CAPÍTULO II

REQUISITOS TÉCNICOS ESENCIALES

Para efectos del presente Reglamento los requisitos contenidos en este capítulo, por ser de **aplicación obligatoria en todos los niveles de tensión y en todos los procesos**, deben ser acatados según la situación particular, en todas las instalaciones eléctricas en el territorio Colombiano.

Para toda instalación eléctrica cubierta por el presente Reglamento, será obligatorio que las actividades de diseño, dirección, construcción, supervisión, recepción, operación, mantenimiento e inspección sean realizadas por personal calificado con matrícula profesional vigente que lo autorice para ejercer dicha actividad y quien será el responsable frente al Estado y ante terceros.

La responsabilidad por dichas actividades corresponde a los siguientes profesionales: Los ingenieros electricistas o electromecánicos, reglamentados por la Ley 51 de 1986, los tecnólogos en electricidad o los técnicos electricistas reglamentados por la Ley 19 de 1990, con matrícula profesional vigente, que los autoriza para realizar este tipo de actividades, según sea el caso.

Los operadores de red no deben dar servicio de energía a instalaciones eléctricas diseñadas por tecnólogos en electricidad, cuando la potencia instalada del inmueble, supere los 112,5 kVA o alimente a más de 20 usuarios. Igualmente, si se trata de redes de distribución, a aquellas con tensión mayor a 13,8 kV, potencia instalada mayor a 150 kVA ó que alimenten a más de 100 usuarios.

Los operadores de red no deben dar servicio de energía a instalaciones eléctricas diseñadas o dirigidas por técnicos electricistas, cuando la potencia instalada del inmueble supere los setenta y cinco (75) kVA o que alimente a más de 10 usuarios. Igualmente, si se trata de redes de distribución, a aquellas con tensión mayor a 13,8 kV, potencia instalada mayor a 112,5 kVA ó que alimenten a más de 50 usuarios.

Para efectos del presente Reglamento será requisito de obligatorio cumplimiento para los Operadores de Red, hacer de público conocimiento las normas técnicas que adopten para el diseño y construcción de las instalaciones eléctricas destinadas a la prestación del servicio público de electricidad, **las cuales en ningún caso podrán ser discriminatorias o contravenir el presente Reglamento**. Así mismo, en cuanto a los equipos y materiales instalados, en las instalaciones eléctricas, se adoptan los siguientes criterios basados en la Resolución CREG 070/98 y se declaran de obligatorio cumplimiento:

- Los materiales y herrajes para las redes aéreas y subterráneas, deben cumplir con especificaciones establecidas en normas técnicas nacionales expedidas por las autoridades competentes, o en su defecto por normas técnicas internacionales o de reconocida aceptación internacional.
-
- Las especificaciones de diseño de las redes deben cumplir con las normas que haya adoptado el Operador de Red (OR), **siempre y cuando no contravengan lo dispuesto en este Reglamento, sean de conocimiento público y su aplicación no sea discriminatoria**.
- Las especificaciones de diseño, fabricación, prueba e instalación de equipos para los sistemas de transmisión, tanto nacional (STN) como regional (STR's) o sistema de distribución local (SDL's), incluyendo los requisitos de calidad, deben cumplir con las partes aplicables de una cualquiera de las normas técnicas nacionales o en su defecto de las internacionales que regulan esta materia, siempre que no contravengan el presente Reglamento.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

Artículo 8°. CLASIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE TENSIÓN EN CORRIENTE ALTERNA.

Para efectos del presente Reglamento Técnico, se fijan los siguientes niveles de tensión, establecidos en la norma NTC 1340, así:

- **Extra alta tensión (EAT):** Los de tensión nominal entre fases superior a 220 kV.
- **Alta tensión (AT):** Los de tensión nominal mayor o igual a 57,5 kV y menor o igual a 220 kV.
- **Media tensión (MT):** Los de tensión nominal superior a 1000 V e inferior a 57,5 kV.
- **Baja tensión (BT):** Los de tensión nominal mayor o igual a 25 V y menor o igual a 1000 V.

Toda instalación eléctrica debe asociarse a uno de los anteriores niveles. Si en la instalación existen circuitos o elementos en los que se utilicen distintas tensiones, el conjunto del sistema se clasificará, para efectos prácticos, en el grupo correspondiente al valor de la tensión nominal más elevada.

Artículo 9°. SISTEMA DE UNIDADES

Para efectos del presente Reglamento, se debe aplicar en el sector eléctrico el Sistema Internacional de Unidades (SI), aprobado por Resolución No. 1823 de 1991 de la Superintendencia de Industria y Comercio. Por tanto, los siguientes símbolos y nombres tanto de magnitudes como de unidades se declaran de obligatorio cumplimiento, en todas las actividades que se desarrollen en el sector eléctrico y deben expresarse en todos los documentos públicos y privados.

Reglas para el uso de símbolos y unidades:

- *No debe confundirse magnitud con unidad.*
- *El símbolo de la unidad será el mismo para el singular que para el plural.*
- *Cuando se va a escribir o pronunciar el plural del nombre de una unidad, se usarán las reglas de la gramática española.*
- *Cada unidad y cada prefijo tiene un solo símbolo y este no debe ser cambiado. No se deben usar abreviaturas.*
- *Los símbolos de las unidades se denotan con letras minúsculas, con la excepción del ohmio (Ω) letra mayúscula omega del alfabeto griego. Aquellos que provienen del nombre de personas se escriben con mayúscula.*
- *El nombre completo de las unidades se debe escribir con letra minúscula, con la única excepción del grado Celsius, salvo en el caso de comenzar la frase o luego de un punto.*
- *Las unidades sólo podrán designarse por sus nombres completos o por sus símbolos correspondientes reconocidos internacionalmente.*
- *Entre prefijo y símbolo no se deja espacio.*
- *El producto de símbolos se indica por medio de un punto.*
- *No se colocarán signos de puntuación luego de los símbolos de las unidades, sus múltiplos o submúltiplos, salvo por regla de puntuación gramatical, dejando un espacio de separación entre el símbolo y el signo de puntuación.*

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

| Nombre de la magnitud | Símbolo de la magnitud | Nombre de la unidad | Símbolo de la unidad SI |
|--------------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Admitancia | Y | siemens | S |
| Capacitancia | C | faradio | F |
| Carga Eléctrica | Q | culombio | C |
| Conductancia | G | siemens | S |
| Conductividad | σ | siemens por metro | S/m |
| Corriente eléctrica | I | amperio | A |
| Densidad de corriente | J | amperio por metro cuadrado | A/m ² |
| Densidad de flujo eléctrico | D | culombio por metro cuadrado | C/m ² |
| Densidad de flujo magnético | B | tesla | T |
| Energía activa | W | vatio hora | W.h |
| Factor de potencia | FP | uno | 1 |
| Frecuencia | f | hertz | Hz |
| Frecuencia angular | ω | radián por segundo | rad/s |
| Fuerza electromotriz | E | voltio | V |
| Iluminancia | E_v | lux | lx |
| Impedancia | Z | ohmio | Ω |
| Inductancia | L | henrio | H |
| Intensidad de campo eléctrico. | E | voltio por metro | V/m |
| Intensidad de campo magnético | H | amperio por metro | A/m |
| Intensidad luminosa | I_v | candela | cd |
| Longitud de onda | λ | metro | m |
| Permeabilidad relativa | μ_r | uno | 1 |
| Permitividad relativa | ϵ_r | uno | 1 |
| Potencia activa | P | vatio | W |
| Potencia aparente | P_S | voltamperio | V.A |
| Potencia reactiva | P_Q | voltamperio reactivo | VAr |
| Reactancia | X | ohmio | Ω |
| Resistencia | R | ohmio | Ω |
| Resistividad | ρ | ohmio metro | $\Omega.m$ |
| Tensión o potencial eléctrico | V | voltio | V |

Tabla 7. Simbología de magnitudes y unidades utilizadas en electrotecnia

Artículo 10°. SIMBOLOGÍA GENERAL

Para efectos del presente Reglamento Técnico, se adoptan y se declaran de obligatorio cumplimiento los siguientes símbolos gráficos a utilizar en instalaciones eléctricas, tomados de las normas técnicas IEC 60617, ANSI Y32, CSA Z99, IEEE 315; los cuales guardan mayor relación con la seguridad eléctrica. Cuando se requieran otros símbolos se pueden tomar de las normas precitadas.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE

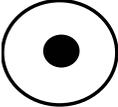
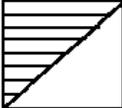
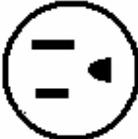
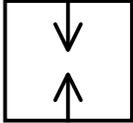
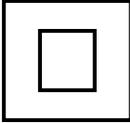
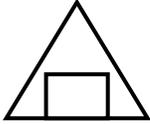
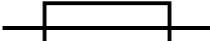
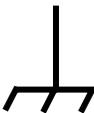
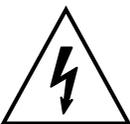
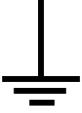
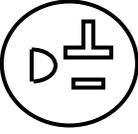
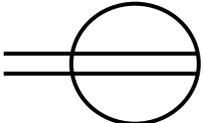
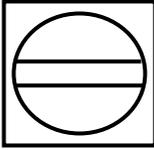
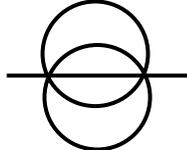
| | | | | |
|---|---|---|--|---|
|  |  |  |  |  |
| Ánodo de Sacrificio | Caja de Empalme | Central de Generación | Central Hidráulica | Central Térmica |
|  |  |  |  |  |
| Clavija de 15 A | Clavija de 20 A | Conductores de Fase | Conductor Neutro | Conductor de Puesta a Tierra |
|  |  |  |  |  |
| Conector Removible | Descargador de Sobretensión | Detector Automático de Incendio | Doble Aislamiento | Empalme |
|  |  |  |  |  |
| Equipotencialidad | Extintor para Equipo Eléctrico | Fusible | Generador | Interruptor Automático |
|  |  |  |  |  |
| Interruptor Diferencial | Interruptor - Seccionador para AT | Masa | Parada de Emergencia | Riesgo Eléctrico |
|  |  |  |  |  |
| Seccionador | Subestación | Tierra | Tierra Aislada | Tierra de Protección |
|  |  |  |  |  |
| Tomacorriente de 20 A | Tomacorriente Doble (Arquitectónico) | Tomacorriente en el piso | Transformador de Aislamiento | Transformador de Seguridad |

Tabla 8. Principales símbolos gráficos

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE**Artículo 11º. SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD****1. Objeto**

El objetivo de las señales de seguridad es transmitir mensajes de prevención, prohibición o información en forma clara, precisa y de fácil entendimiento para todos, en una zona en la que se ejecutan trabajos eléctricos o en zonas de operación de máquinas, equipos o instalaciones que entrañen un peligro potencial. Las señales de seguridad no eliminan por sí mismas el peligro pero dan advertencias o directrices que permitan aplicar las medidas adecuadas para prevención de accidentes.

Para efectos del presente Reglamento los siguientes requisitos respecto a señalización de seguridad son de obligatoria aplicación, y la entidad propietaria de la instalación será responsable de su utilización. Su escritura debe ser en idioma castellano.

2. Clasificación de las Señales de Seguridad

Las señales de seguridad se clasifican en informativas (rectangulares), de peligro (triangulares) y de obligación o prohibición (circulares) y siempre llevan pictogramas en su interior.

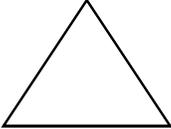
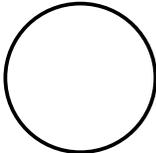
|  |  |  |
|---|---|---|
| Ancho x largo | Lado | Diámetro |
| 12,5 x 25 | 25 | 25 |
| 25 x 50 | 50 | 50 |
| 50 x 100 | 100 | 100 |
| 100 x 200 | 200 | 200 |
| 200 x 400 | 400 | 400 |
| 300 x 600 | 600 | 600 |
| 450 x 900 | 900 | 900 |

Tabla 9. Dimensiones típicas de las señales en milímetros.

| Color de la señal | Significado | Color de contraste |
|--------------------------|---|---------------------------|
| Rojo | Peligro, parada, prohibición e Información sobre incendios. | Blanco |
| Amarillo | Riesgo, advertencia, peligro no inmediato. | Negro |
| Verde | Seguridad o ausencia de peligro | Blanco |
| Azul | Obligación o Información | Blanco |

Tabla 10. Colores de las señales y su significado

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

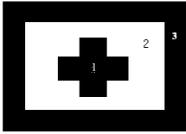
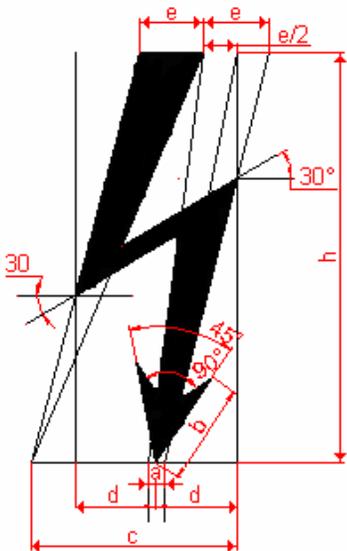
| Significado | Descripción | Pictograma | |
|-------------|--|--|--|
| Información | Equipo de primeros auxilios | Cruz Griega |  <p>1. Negro o Verde 2. Blanco 3. Verde Significado: Puesto de Primeros auxilios</p> |
| Peligro | Materiales inflamables o altas temperaturas. | Llama |  |
| Peligro | Materiales tóxicos | Calavera con tibias cruzadas |  |
| Peligro | Materiales corrosivos | Mano carcomida |  |
| Peligro | Materiales radiactivos | Un trébol convencional |  |
| Peligro | Riesgo eléctrico | Un rayo o arco |  |
| Obligación | Símbolo de protección obligatoria de los pies. | Botas con símbolo de riesgo eléctrico |  |
| Prohibición | Símbolo de prohibido el paso | Peatón caminando con línea transversal sobrepuesta |  |
| Información | Símbolo de peligro de muerte para aviso al público en general. | Aviso y símbolo de riesgo eléctrico. |  |

Tabla 11. Principales señales de seguridad.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

3. Características específicas del símbolo de riesgo eléctrico.

Donde se precise el símbolo de riesgo eléctrico, se conservarán las siguientes dimensiones, adoptadas de la IEC 60417-1:



| Altura h | a | b | c | d | e |
|--------------------------|-----|----|-----|----|------|
| 40 | | 10 | 20 | 8 | 6,4 |
| 50 | 2 | 12 | 26 | 10 | 8 |
| 64 | 2,5 | 16 | 33 | 13 | 10 |
| 80 | 3 | 20 | 41 | 16 | 12,8 |
| 100 | 4 | 25 | 51 | 20 | 16 |
| 125 | 5 | 32 | 64 | 25 | 20 |
| 160 | 6 | 40 | 82 | 32 | 26 |
| 200 | 8 | 50 | 102 | 40 | 32 |
| Distancias en milímetros | | | | | |

Tabla 12. Dimensiones del símbolo de riesgo eléctrico

Figura 4. Símbolo de riesgo eléctrico No. 56 IEC 60417-1.

4. Código de colores para conductores aislados.

Con el objeto de evitar accidentes por la mala interpretación de los niveles de tensión y unificar los criterios para instalaciones eléctricas, se debe cumplir el código de colores para conductores establecido en la Tabla 13. Se tomará como válida para determinar este requisito el color propio del acabado exterior del conductor o en su defecto, su marcación debe hacerse en las partes visibles con pintura, con cinta o rútolos adhesivos del color respectivo. Este requisito es también aplicable a conductores desnudos, como los barrajes.

| SISTEMA | 1φ | 1φ | 3φY | 3φΔ | 3φΔ- | 3φY | 3φΔ |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| TENSIONES NOMINALES | 120 V | 240 /120V | 208 /120V | 240V | 240/208 /120V | 480 /277V | 480V |
| CONDUCTORES ACTIVOS | 1 fase 2 hilos | 2 fases 3 hilos | 3 fases 4 hilos | 3 fases 3 hilos | 3 fases 4 hilos | 3 fases 4 hilos | 3 fases 3 hilos |
| FASES | Negro | Negro Rojo | Amarillo Azul Rojo | Negro Azul Rojo | Negro Naranja Azul | Café Naranja Amarillo | Café Naranja Amarillo |
| NEUTRO | Blanco | Blanco | Blanco | No Aplica | Blanco | Gris | No Aplica |
| TIERRA DE PROTECCIÓN | Desnudo o verde | Desnudo o verde | Desnudo o verde | Desnudo o verde | Desnudo o verde | Desnudo o verde | Desnudo o verde |
| TIERRA AISLADA | Verde amarillo | Verde amarillo | Verde amarillo | No aplica | Verde amarillo | No aplica | No aplica |

Tabla 13. Código de Colores para conductores

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE**Artículo 12°. COMUNICACIONES POR RADIO**

Para efectos del presente Reglamento y en razón al uso masivo de comunicaciones por radio para todo tipo de maniobras y coordinación de trabajos, se adoptan las siguientes abreviaturas de servicio, tomadas del código telegráfico o Código Q, utilizado desde 1912.

| ABREVIATURA | SIGNIFICADO | ABREVIATURA | SIGNIFICADO |
|-------------|---------------------------------------|-------------|-----------------------------------|
| QAB | Pedir autorización | QRU | Tiene algún mensaje para mí? |
| QAP | Permanecer en escucha | QRV | Preparado para |
| QAQ | Existe peligro? | QRX | Cuándo vuelve a llamar? |
| QAV | Me llama usted? | QSA | Intensidad de la señal (de 1 a 5) |
| QAY | Avisar cuando pase por..... | QSG | Mensajes por enviar |
| QBC | Informe meteorológico | QSI | Informar a.... |
| QCB | Está ocasionando demora | QSL | Confirmar recepción |
| QCS | Mi recepción fue interrumpida | QSM | Repetir último mensaje |
| QDB | Enviar el mensaje a... | QSN | Ha escuchado? |
| QEF | Llegar al estacionamiento | QSO | Necesito comunicarme con... |
| QEN | Mantener la posición | QSR | Repetir la llamada |
| QGL | Puedo entrar en...? | QSY | Pasar a otra frecuencia |
| QGM | Puedo salir de...? | QSR | Repetir la llamada |
| QOD | Permiso para comunicar | QSX | Escuchar a... |
| QOE | Señal de seguridad | QSY | Pasar a otra frecuencia |
| QOF | Calidad de mis señales | QTA | Cancelar el mensaje |
| QOT | Tiempo de espera para comunicación | QTH | Ubicación o lugar |
| QRA | Quien llama | QTN | Hora de salida |
| QRB | Distancia aproximada entre estaciones | QTR | Hora exacta |
| QRD | Sitio hacia donde se dirige | QTU | Hora en que estará al aire |
| QRE | Hora de llegada | QTX | Estación dispuesta para comunicar |
| QRF | Volver a un sitio | QTZ | Continuación de la búsqueda |
| QRG | Frecuencia exacta | QUA | Tiene noticias de....? |
| QRI | Tono de mi transmisión | QUB | Datos solicitados |
| QRK | Cómo me copia? | QUD | Señal de urgencia |
| QRL | Estar ocupado | QUE | Puedo hablar en otro idioma? |
| QRM | Tiene interferencia? | QUN | Mi situación es... |
| QRO | Aumentar la potencia de transmisión | QUO | Favor buscar... |
| QRP | Disminuir la potencia de transmisión | CQ | Llamado general |
| QRQ | Transmitir más rápido | MN | Minutos |
| QRRR | Llamada de emergencia | RPT | Favor repetir |
| QRS | Transmitir más despacio | TKS | Gracias |
| QRT | Cesar de transmitir | | |

Tabla 14. Código Q

Cada trabajador que reciba un mensaje oral concerniente a maniobras de conexión o desconexión de líneas o equipos, deberá repetirlo de inmediato al remitente y obtener la aprobación del mismo. Cada trabajador autorizado que envíe tal mensaje oral deberá repetirlo al destinatario y asegurarse de la identidad de este último.

Artículo 13°. DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Para efectos del presente Reglamento y teniendo en cuenta que frente al riesgo eléctrico la técnica más efectiva de prevención, siempre será guardar una distancia respecto a las partes energizadas, puesto que el aire es un excelente aislante, en este apartado se fijan las

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

distancias mínimas que deben guardarse entre líneas eléctricas y elementos físicos existentes a lo largo de su trazado (carreteras, edificios, árboles, etc.) con el objeto de evitar contactos accidentales.

Las distancias verticales y horizontales que se presentan en las siguientes tablas, se adoptaron del National Electrical Safety Code, ANSI C2; todas las tensiones dadas en estas tablas son tensiones entre fases, para circuitos puestos a tierra sólidamente y otros circuitos en los que se tenga un tiempo despeje de falla a tierra acorde con el presente Reglamento.

Todas las distancias de seguridad deberán ser medidas de superficie a superficie y todos los espacios deberán ser medidos de centro a centro. Para la medición de distancias de seguridad, los accesorios metálicos normalmente energizados serán considerados como parte de los conductores de línea. Las bases metálicas de los terminales del cable y los dispositivos similares deberán ser considerados como parte de la estructura de soporte.

Los conductores denominados cubiertos o semiaislados y sin pantalla, es decir, con un recubrimiento que no esté certificado para ofrecer el aislamiento en media tensión, deben ser considerados conductores **desnudos** para todo requerimiento de distancias de seguridad, ya que realmente no son conductores aislados, salvo en el espacio comprendido entre fases del mismo o diferente circuito, que puede ser reducido por debajo de los requerimientos para los conductores expuestos cuando la cubierta del conductor proporciona rigidez dieléctrica para limitar la posibilidad de la ocurrencia de un cortocircuito o de una falla a tierra. Cuando se reduzcan las distancias entre fases, se deben utilizar separadores para mantener el espacio entre ellos.

Nota 1: Las distancias de seguridad establecidas en las siguientes tablas, aplican a conductores desnudos.

Nota 2: En el caso de tensiones mayores a 57,5 kV entre fases, las distancias de seguridad especificadas en las tablas se incrementarán en un 1% por cada 100 m que sobrepasen los 1000 metros sobre el nivel del mar.

Nota 3: Las distancias verticales se toman siempre desde el punto energizado más cercano al lugar de posible contacto.

Nota 4: Las distancias horizontales se toman desde la fase más cercana al sitio de posible contacto.

Nota 5: Si se tiene una instalación con una tensión diferente a las contempladas en el presente Reglamento, debe cumplirse el requisito exigido para la tensión inmediatamente superior.

Nota 6: Cuando los edificios, chimeneas, antenas o tanques u otras instalaciones elevadas no requieran algún tipo de mantenimiento, como pintura, limpieza, cambio de partes o trabajo de personas cerca a los conductores, o si se emplea cable aislado, la distancia horizontal (b) **puede ser reducida en 0,6 metros**.

Nota 7: Un techo, balcón o área es considerado fácilmente accesible para los peatones si éste puede ser alcanzado de manera casual a través de una puerta, rampa, ventana, escalera o una escalera a mano permanentemente utilizada por una persona, a pie, alguien que no despliega ningún esfuerzo físico extraordinario ni emplea ningún instrumento o dispositivo especial para tener acceso a éstos. No se considera un medio de acceso a una escalera permanentemente utilizada si es que su peldaño más bajo mide 2,45 m o más desde el nivel del piso u otra superficie accesible permanentemente instalada.

Nota 8: Si se tiene un tendido aéreo con cable aislado y con pantalla, no se aplican estas distancias

Nota 9: Se puede hacer el cruce de una red de menor tensión por encima de una de mayor tensión de manera experimental, siempre y cuando se documente el caso y se efectúe bajo supervisión autorizada y calificada.

Nota 10: En techos metálicos cercanos y en casos de redes de conducción que van paralelas o que cruzan las líneas de media, alta y extra alta tensión, se debe verificar que las tensiones inducidas no presenten peligro o no afecten su funcionamiento.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE

| DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES | | |
|---|---|----------------------|
| Descripción | Tensión nominal entre fases (kV) | Distancia (m) |
| Distancia vertical "a" sobre techos y proyecciones, aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso a personas. (Figura 5) | 44/34,5/33 | 3,8 |
| | 13,8/13,2/11,4/7,6 | 3,8 |
| | <1 | 3,2 |
| Distancia horizontal "b" a muros, proyecciones, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas. (Figura 5) | 115/110 | 2,8 |
| | 66/57,5 | 2,5 |
| | 44/34,5/33 | 2,3 |
| | 13,8/13,2/11,4/7,6 | 2,3 |
| | <1 | 1,7 |
| Distancia vertical "c" sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a personas, y sobre techos accesibles a vehículos de máximo 2,45 m de altura. (Figura 5) | 44/34,5/33 | 4,1 |
| | 13,8/13,2/11,4/7,6 | 4,1 |
| | <1 | 3,5 |
| Distancia vertical "d" a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular. (Figura 5) | 500 | 8,6 |
| | 230/220 | 6,8 |
| | 115/110 | 6,1 |
| | 66/57,5 | 5,8 |
| | 44/34,5/33 | 5,6 |
| | 13,8/13,2/11,4/7,6 | 5,6 |
| | <1 | 5 |

Tabla 15. Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones

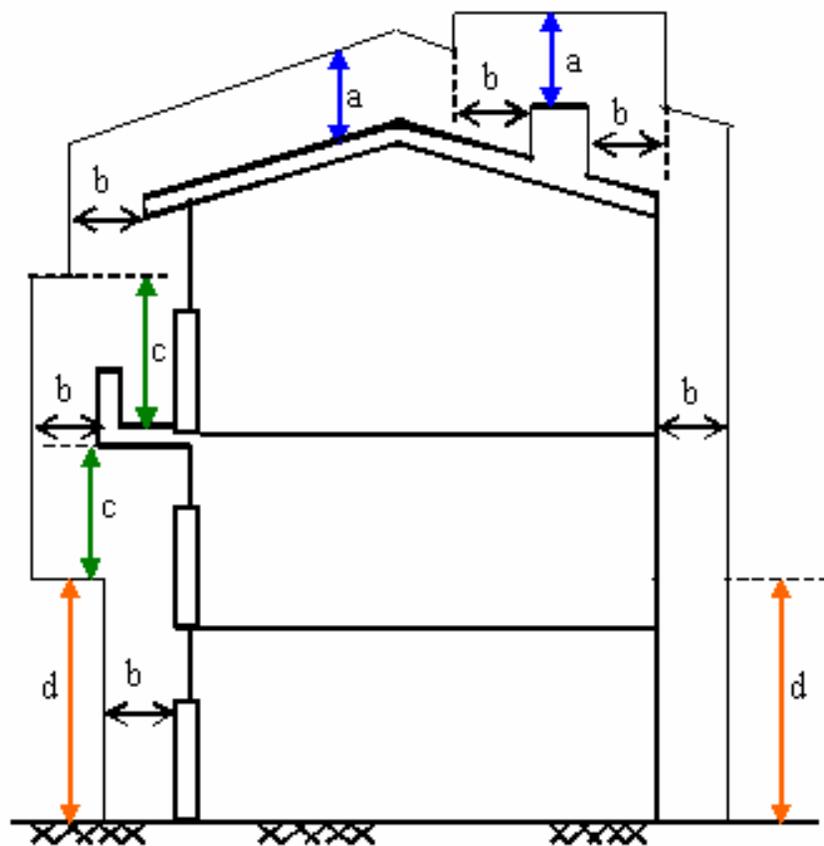


Figura 5. Distancias de seguridad en zonas con construcciones

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE

| DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD | | |
|---|----------------------------------|---------------|
| Descripción | Tensión nominal entre fases (kV) | Distancia (m) |
| Distancia mínima al suelo "d" en cruces con carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular (Figura 6). | 500 | 8,6 |
| | 230/220 | 6,8 |
| | 115/110 | 6,1 |
| | 66/57,5 | 5,8 |
| | 44/34,5/33 | 5,6 |
| | 13,8/13,2/11,4/7,6 | 5,6 |
| | <1 | 5 |
| Cruce de líneas aéreas de baja tensión en grandes avenidas. | <1 | 5,6 |
| Distancia mínima al suelo "d1" desde líneas que recorren avenidas, carreteras y calles (Figura 6) | 500 | 8,6 |
| | 230/220 | 6,8 |
| | 115/110 | 6,1 |
| | 66/57,5 | 5,8 |
| | 44/34,5/33 | 5,6 |
| | 13,8/13,2/11,4/7,6 | 5,6 |
| | <1 | 5 |
| Distancia mínima al suelo "d" en bosques, áreas cultivadas, pastos, huertos, etc. | 500 | 8,6 |
| | 230/220 | 6,8 |
| | 115/110 | 6,1 |
| | 66/57,5 | 5,8 |
| | 44/34,5/33 | 5,6 |
| | 13,8/13,2/11,4/7,6 | 5,6 |
| | <1 | 5 |
| Distancia mínima al suelo "e" en cruces con ferrocarriles sin electrificar o funiculares. (Figura 7) | 500 | 11,1 |
| | 230/220 | 9,3 |
| | 115/110 | 8,6 |
| | 66/57,5 | 8,3 |
| | 44/34,5/33 | 8,1 |
| | 13,8/13,2/11,4/7,6 | 8,1 |
| | <1 | 7,5 |

Tabla 16. Distancias mínimas de seguridad para diferentes lugares y situaciones.

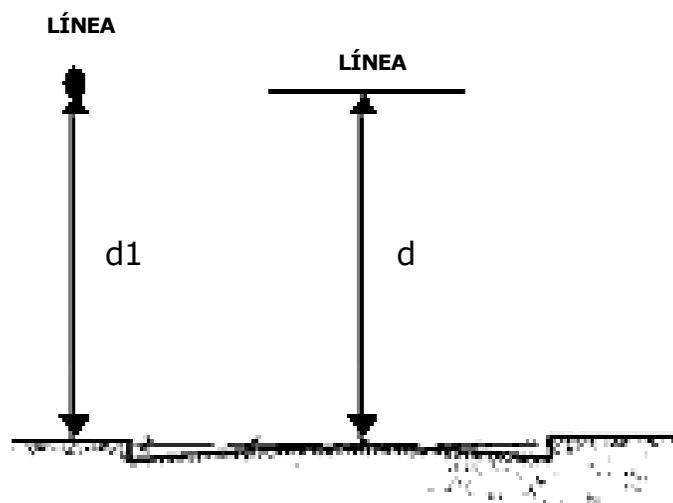


Figura 6. Distancias "d" y "d1" en cruce y recorridos de vías

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE

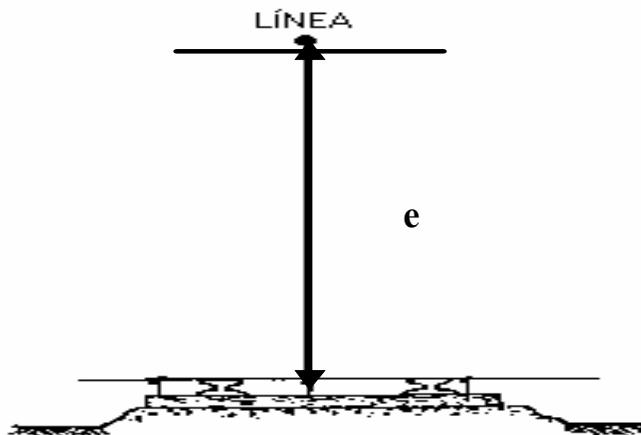


Figura 7. Distancia "e" en cruces con ferrocarriles sin electrificar

| DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD | | |
|--|---|----------------------|
| Descripción | Tensión nominal entre fases (kV) | Distancia (m) |
| Distancia vertical "f" en cruce con ferrocarriles electrificados, tranvías y trole-buses (Figura 8) | 500 | 4,8 |
| | 230/220 | 3,0 |
| | 115/110 | 2,3 |
| | 66/57,5 | 2,0 |
| | 44/34,5/33 | 1,8 |
| | 13,8/13,2/11,4/7,6 | 1,8 |
| | <1 | 1,2 |
| Distancia vertical "g" en cruce con ríos, canales navegables o flotantes adecuados para embarcaciones con altura superior a 2 m y menor de 7 m. (Figura 9) | 500 | 12,9 |
| | 230/220 | 11,3 |
| | 115/110 | 10,6 |
| | 66/57,5 | 10,4 |
| | 44/34,5/33 | 10,2 |
| | 13,8/13,2/11,4/7,6 | 10,2 |
| | <1 | 9,6 |
| Distancia vertical "g" en cruce con ríos, canales navegables o flotantes, no adecuadas para embarcaciones con altura mayor a 2 m. (Figura 9) | 500 | 7,9 |
| | 230/220 | 6,3 |
| | 115/110 | 5,6 |
| | 66/57,5 | 5,4 |
| | 44/34,5/33 | 5,2 |
| | 13,8/13,2/11,4/7,6 | 5,2 |
| | <1 | 4,6 |

Tabla 16. (Continuación)

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

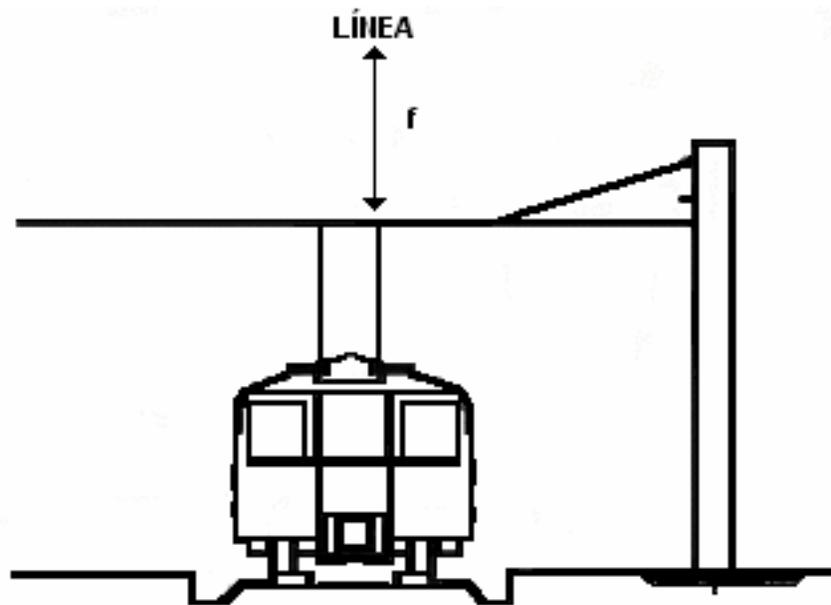


Figura 8. Distancia "f" en cruces con ferrocarriles electrificados.

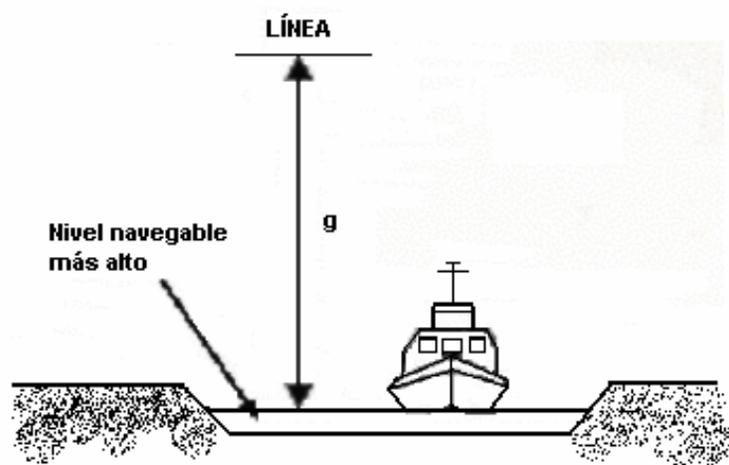


Figura 9. Distancia "g" en cruces con ríos, cauces de agua, canales navegables

| DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD | | |
|---|---|----------------------|
| Descripción | Tensión nominal entre fases (kV) | Distancia (m) |
| Distancia vertical al piso en cruce por campos deportivos abiertos. | 500 | 14,6 |
| | 230/220 | 12,8 |
| | 115/110 | 12 |
| | 66/57,5 | 12 |
| | 44/34,5/33 | 12 |
| | 13,8/13,2/11,4/7,6 | 12 |
| | <1 | 12 |
| Distancia horizontal en cruce por campos deportivos abiertos. | 500 | 9,6 |
| | 230/220 | 7,8 |
| | 115/110 | 7 |
| | 66/57,5 | 7 |
| | 44/34,5/33 | 7 |
| | 13,8/13,2/11,4/7,6 | 7 |
| | <1 | 7 |

Tabla 16. (Continuación)

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE

1. Distancias mínimas de seguridad en cruces de líneas.

| Tensión Nominal (kV) entre Fases de la Línea Superior | DISTANCIAS EN METROS | | | | | | | | | |
|---|----------------------|-----|--------------------------------|--------------------|------|-----|-------------|-------------|-----|-----|
| | 500 | 4,8 | 4,2 | 4,2 | 4,2 | 4,3 | 4,3 | 4,6 | 5,3 | 7,1 |
| 230/220 | 3 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 2,9 | 3,6 | | |
| 115/110 | 2,3 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2,2 | | | |
| 66 | 2 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,5 | 1,5 | | | | |
| 57,5 | 1,9 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,4 | | | | | |
| 44/34,5/33 | 1,8 | 1,2 | 1,2 | 1,3 | | | | | | |
| 13,8/13,2/11,4/7,6 | 1,8 | 1,2 | 1,2 | | | | | | | |
| <1 | 1,2 | 0,6 | | | | | | | | |
| Comunicaciones | 0,6 | | | | | | | | | |
| | Comunic. | <1 | 13,8/ 13,2/ 11,4/ 7,6 | 44/ 34,5/ 33 | 57,5 | 66 | 115/ 110 | 230/ 220 | 500 | |
| Tensión Nominal (kV) entre Fases de la Línea Inferior | | | | | | | | | | |

Tabla 17. Distancias verticales mínimas en vanos con cruce de líneas.

Nota: La línea de menor nivel de tensión siempre debe estar a menor altura

2. Distancias mínimas entre conductores en la misma estructura.

Los conductores sobre apoyos fijos, deben tener distancias horizontales y verticales entre cada uno, no menores que el valor requerido en las Tablas 18 y 19.

Todos los valores son válidos hasta 1000 metros sobre el nivel del mar; para mayores alturas, debe aplicarse el factor de corrección por altura.

Cuando se tienen conductores de diferentes circuitos, la tensión considerada debe ser la tensión fase-tierra del circuito de más alta tensión o la diferencia fasorial entre los conductores considerados.

Cuando se utilicen **aisladores de suspensión** y su movimiento no esté limitado, la distancia horizontal de seguridad entre los conductores deberá incrementarse de tal forma que la cadena de aisladores pueda moverse transversalmente hasta su máximo ángulo de balanceo de diseño sin reducir los valores indicados en la Tabla 18. El desplazamiento de los conductores deberá incluir la deflexión de estructuras flexibles y accesorios, cuando dicha deflexión pueda reducir la distancia horizontal de seguridad entre los conductores.

| CLASE DE CIRCUITO Y TENSIÓN ENTRE LOS CONDUCTORES CONSIDERADOS | DISTANCIAS HORIZONTALES DE SEGURIDAD (cm) |
|---|---|
| Conductores de comunicación expuestos | 15 ⁽¹⁾ 7,5 ⁽²⁾ |
| Alimentadores de vías férreas 0 a 750 V No. 4/0 AWG o mayor calibre. 0 a 750 V calibre menor de No. 4/0 AWG Entre 750 V y 8,7 kV. | 15 30 30 |
| Conductores de suministro del mismo circuito. 0 a 8,7 kV Entre 8,7 y 50 kV Más de 50 kV | 30 30 más 1 cm por kV sobre 8,7 kV Ningún valor especificado |
| Conductores de suministro de diferente circuito ⁽³⁾ 0 a 8,7 kV Entre 8,7 y 50 kV Entre 50 kV y 814 kV | 30 30 más 1 cm por kV sobre 8,7 kV 72,5 más 1 cm por kV sobre 50 kV |

Tabla 18. Distancia horizontal entre conductores soportados en la misma estructura de apoyo.

(1) No se aplica en los puntos de transposición de conductores.

(2) Permitido donde se ha usado regularmente espaciamiento entre pines, menor a 15 cm. No se aplica en los puntos de transposición de conductores.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

⁽³⁾ Para las tensiones que excedan los 50 kV, la distancia de seguridad deberá ser incrementada en un 1% por cada 100 m en exceso de 1000 metros sobre el nivel del mar. Todas las distancias de seguridad para tensiones mayores de 50 kV se basarán en la máxima tensión de operación.

| | | CONDUCTORES A MAYOR ALTURA | | |
|--|--|---|------------------------------------|----------------------------------|
| | | CONDUCTORES DE SUMINISTRO A LA INTEMPERIE (TENSIÓN EN kV) | | |
| | | HASTA 1 kV | ENTRE 7,6 Y 66 kV | |
| CONDUCTORES Y CABLES A MENOR ALTURA | Conductores y cables de comunicación. | | | |
| | a. Localizados en el apoyo de empresa de comunicaciones. | 1 | 1 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV. | |
| | b. Localizados en el apoyo de empresa de energía. | 1 | 1 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV. | |
| | Conductores de suministro eléctrico a la intemperie | Hasta 1 kV | 0,41 | 1 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV |
| | | Entre 1 kV y 7,6 kV | No permitido | 1 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV |
| Entre 11,4 kV y 34,5 kV | | No permitido | 1,2 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV | |
| Entre 44 kV y 66 kV | | No permitido | 1,2 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV | |

Tabla 19. Distancia vertical en metros entre conductores sobre la misma estructura.

Nota: La línea de menor nivel de tensión siempre debe estar a menor altura

Artículo 14º. CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

El presente Reglamento define requisitos para intensidad de campo eléctrico y densidad de flujo magnético para las zonas donde pueda permanecer público, independientemente del tiempo, basado en criterios de la institución internacional IRPA (International Radiation Protection Association), que recopila muchas de la investigaciones que se han realizado.

El **campo eléctrico** es una alteración del espacio, que hace que las partículas cargadas, experimenten una fuerza debido a su carga, es decir, si en una región determinada una carga eléctrica experimenta una fuerza, entonces en esa región hay un campo eléctrico. El campo eléctrico es producido por la presencia de cargas eléctricas estáticas o en movimiento. Su intensidad en un punto depende de la cantidad de cargas y de la distancia a éstas. A este campo también se le conoce como campo electrostático debido a que su intensidad en un punto no depende del tiempo.

El campo eléctrico natural originado en la superficie de la tierra es de aproximadamente 100 V/m, mientras que en la formación del rayo se alcanzan valores de campo eléctrico hasta de 500 kV/m.

El campo eléctrico artificial es el producido por todas las instalaciones y equipos eléctricos construidos por el hombre, como: Líneas de transmisión y distribución, transformadores, electrodomésticos y máquinas eléctricas.

En este caso, la intensidad del campo eléctrico en un punto depende del nivel de tensión de la instalación y de la distancia a ésta, así: A **mayor** tensión **mayor** intensidad de campo eléctrico, y a **mayor** distancia **menor** intensidad de campo eléctrico.

La intensidad del campo eléctrico se mide en voltios por metro (V/m) o kV/m. Esta medida representa el efecto eléctrico sobre una carga presente en algún punto del espacio.

El **campo magnético** es una alteración del espacio que hace que en las cargas eléctricas en movimiento se genere una fuerza proporcional a su velocidad y a su carga. Es producido por imanes o por corrientes eléctricas. Su intensidad en un punto depende de la magnitud de la corriente y de la distancia a ésta o de las propiedades del imán y de la distancia. Este campo también se conoce como **magnetostático** debido a que su intensidad en un punto no depende del tiempo.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

En la superficie de la tierra la inducción del campo magnético natural es máxima en los polos magnéticos (cerca de 70 μ T) y mínima en el ecuador magnético (cerca de 30 μ T).

El campo magnético es originado por la circulación de corriente eléctrica. Por tanto, todas las instalaciones y equipos que funcionen con electricidad producen a su alrededor un campo magnético que depende de la magnitud de la corriente y de la distancia a ésta, así: a **mayor** corriente, **mayor** campo magnético y a **mayor** distancia **menor** densidad de campo magnético.

En teoría, se debería hablar de intensidad de campo magnético, pero en la práctica se toma la densidad de flujo magnético, que se representa con la letra **B** y se mide en **teslas** (el gauss ya no se toma como unidad oficial), la cual tiene la siguiente equivalencia:

$$1 \text{ tesla} = 1 \text{ N}/(\text{A}\cdot\text{m}) = 1 \text{ V}\cdot\text{s}/\text{m}^2 = 1 \text{ Wb}/\text{m}^2 = 10.000 \text{ gauss}$$

El **campo electromagnético** es una modificación del espacio debida a la interacción de fuerzas eléctricas y magnéticas simultáneamente, producidas por un campo eléctrico y uno magnético que varían en el tiempo, por lo que se le conoce como campo electromagnético variable.

El campo electromagnético es producido por cargas eléctricas en movimiento (corriente alterna) y tiene la misma frecuencia de la corriente eléctrica que lo produce. Por lo tanto, un campo electromagnético puede ser originado a bajas frecuencias (0 a 300 Hz) o a más altas frecuencias.

Los campos electromagnéticos de baja frecuencia son cuasiestacionarios (casi estacionarios) y pueden tratarse por separado como si fueran estáticos, tanto para medición como para modelamiento.

Las instalaciones del sistema eléctrico de energía producen campos electromagnéticos a 60 Hz. Este comportamiento permite medir o calcular el campo eléctrico y el campo magnético en forma independiente mediante la teoría cuasiestática, es decir, que el campo magnético no se considera acoplado al campo eléctrico.

Para efectos del presente Reglamento Técnico se establecen los siguientes valores límites máximos, como requisito de obligatorio cumplimiento, los cuales se adoptaron de los umbrales establecidos por IRPA, para exposición ocupacional de día completo o exposición del público.

| INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO (kV/m) | DENSIDAD DE FLUJO MAGNÉTICO (mT) |
|---|-------------------------------------|
| 10 | 0,5 |

Tabla 20. Valores límites de campos electromagnéticos para baja frecuencia.

Debe entenderse que ningún sitio donde pueda estar expuesto el público, debe superar estos valores. Para líneas de transmisión estos valores no deben ser superados dentro de la zona de servidumbre y para circuitos de distribución, a partir de las distancias de seguridad.

Para mediciones bajo las líneas de transmisión, se utiliza un equipo destinado para ello (no se tiene un nombre genérico), a un metro de altura sobre el nivel del piso, en sentido transversal al eje de la línea hasta el límite de la zona de servidumbre.

Artículo 15°. PUESTAS A TIERRA

Toda instalación eléctrica cubierta por el presente Reglamento, excepto donde se indique expresamente lo contrario, debe disponer de un Sistema de Puesta a Tierra (SPT), en tal forma que cualquier punto del interior o exterior, normalmente accesible a personas que

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

puedan transitar o permanecer allí, no estén sometidos a tensiones de paso, de contacto o transferidas, que superen los umbrales de soportabilidad cuando se presente una falla.

Los objetivos de un sistema de puesta a tierra (SPT) son: La seguridad de las personas, la protección de las instalaciones y la compatibilidad electromagnética.

Las funciones de un sistema de puesta a tierra son:

- Garantizar condiciones de seguridad a los seres vivos.
- Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas.
- Servir de referencia al sistema eléctrico.
- Conducir y disipar las corrientes de falla con suficiente capacidad.
- En algunos casos, servir como conductor de retorno.
- Transmitir señales de RF en onda media.

Se debe tener presente que el criterio fundamental para garantizar la seguridad de los seres humanos, es la máxima corriente que pueden soportar, debida a las tensiones de paso, de contacto o transferidas y no el valor de resistencia de puesta a tierra tomado aisladamente. Sin embargo, un bajo valor de la resistencia de puesta a tierra es siempre deseable para disminuir la máxima elevación de potencial (*GPR por sus siglas en inglés*).

La tensión máxima de contacto aplicada al ser humano, que se acepta en cualquier punto de una instalación, está dada en función del tiempo de despeje de la falla a tierra, de la resistividad del suelo y de la corriente de falla. Para efectos del presente Reglamento la tensión máxima de contacto o de toque no debe superar los valores dados en la siguiente tabla y tomados de la Figura 44A de la IEC 60364-4-44.

| Tiempo de despeje de la falla | Máxima tensión de contacto admisible (valores en rms c.a.) |
|-------------------------------|--|
| Mayor a dos segundos | 50 voltios |
| 500 milisegundos | 80 voltios |
| 400 milisegundos | 100 voltios |
| 300 milisegundos | 125 voltios |
| 200 milisegundos | 200 voltios |
| 150 milisegundos | 240 voltios |
| 100 milisegundos | 320 voltios |
| 40 milisegundos | 500 voltios |

Tabla 21. Valores máximos de tensión de contacto

1. Diseño.

El diseñador de un sistema de puesta a tierra, deberá comprobar mediante el empleo de un procedimiento de cálculo reconocido por la práctica de la ingeniería actual, que los valores máximos de las tensiones de paso, de contacto y transferidas a que puedan estar sometidos los seres humanos, no superen los umbrales de soportabilidad.

Para efectos del diseño de una puesta a tierra, se deben calcular las tensiones máximas admisibles de paso, de contacto y transferidas, las cuales toman deben tomar como base una resistencia del cuerpo de 1000 ohmios y cada pie como una placa de 200 centímetros cuadrados aplicando una fuerza de 250 N.

El procedimiento básico a seguir es el siguiente:

- Investigación de las características del suelo, especialmente la resistividad.
- Determinación de la corriente máxima de falla a tierra, que debe ser entregada por el Operador de Red para cada caso particular.
- Determinación del tiempo máximo de despeje de la falla para efectos de simulación.
- Investigación del tipo de carga.
- Cálculo preliminar de la resistencia de puesta a tierra.
- Cálculo de las tensiones de paso, contacto y transferidas en la instalación.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

- Evaluar el valor de las tensiones de paso, contacto y transferidas calculadas con respecto a la soportabilidad del ser humano.
- Investigar las posibles tensiones transferidas al exterior, debidas a tuberías, mallas, conductores de neutro, blindaje de cables, circuitos de señalización, además del estudio de las formas de mitigación.
- Ajuste y corrección del diseño inicial hasta que se cumpla los requerimientos de seguridad.
- Diseño definitivo.

2. Requisitos Generales

- Los elementos metálicos que no forman parte de las instalaciones eléctricas, no podrán ser incluidos como parte de los conductores de puesta a tierra. Este requisito no excluye el hecho de que se deben conectar a tierra, en algunos casos.
- Los elementos metálicos principales que actúan como refuerzo estructural de una edificación deben tener una conexión eléctrica permanente con el sistema de puesta a tierra general.
- Las conexiones que van bajo el nivel del suelo en puestas a tierra, deben ser realizadas mediante soldadura exotérmica o conector certificado para tal uso.
- En instalaciones domiciliarias, para verificar que las características del electrodo de puesta a tierra y su unión con la red equipotencial, cumpla con el presente Reglamento, se debe dejar al menos un punto de conexión accesible e inspeccionable. Cuando para este efecto se construya una caja de inspección, sus dimensiones deben ser mínimo de 30 cm x 30 cm, o de 30 cm de diámetro si es circular y su tapa debe ser removible.
- No se permite el uso de aluminio en los electrodos de las puestas a tierra.
- Para sistemas trifásicos de baja tensión con cargas no lineales el neutro puede sobrecargarse, esto puede conllevar un riesgo por el recalentamiento del conductor, máxime si, como es lo normal, no se tiene un interruptor automático. Por lo anterior, el conductor de neutro, en estos casos debe ser dimensionado con por lo menos el 173% de área respecto de las fases.
- A partir de la entrada en vigencia del presente Reglamento queda expresamente prohibido utilizar en las instalaciones eléctricas, el suelo o terreno como camino de retorno de la corriente en condiciones normales de funcionamiento. No se permitirá el uso de sistemas monofilares, es decir, donde se tiende sólo el conductor de fase y donde el terreno es la única trayectoria tanto para las corrientes de retorno como de falla.
- Cuando por requerimientos de una edificación o inmueble existan varias puestas a tierra, todas ellas deben estar interconectadas eléctricamente, según criterio adoptado de IEC-61000-5-2, tal como aparece en la Figura 10.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

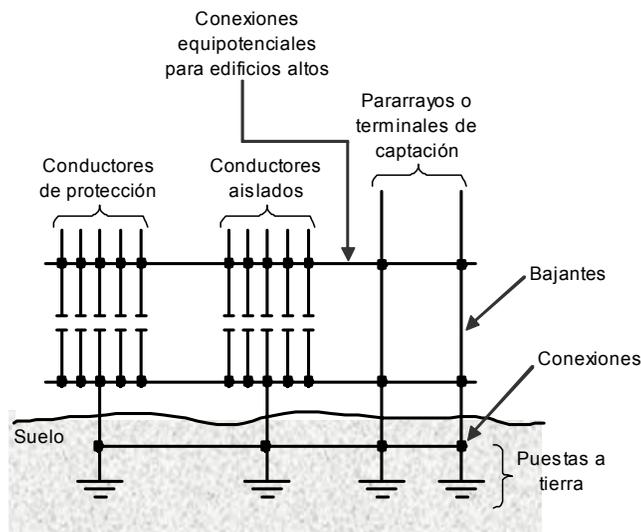


Figura 10. Sistemas con Puestas a tierra dedicadas e interconectadas.

- Así mismo, para una misma edificación quedan expresamente prohibidos los sistemas de puesta a tierra que aparecen en las Figuras 11 y 12, según criterio adoptado de la IEC 61000-5-2.

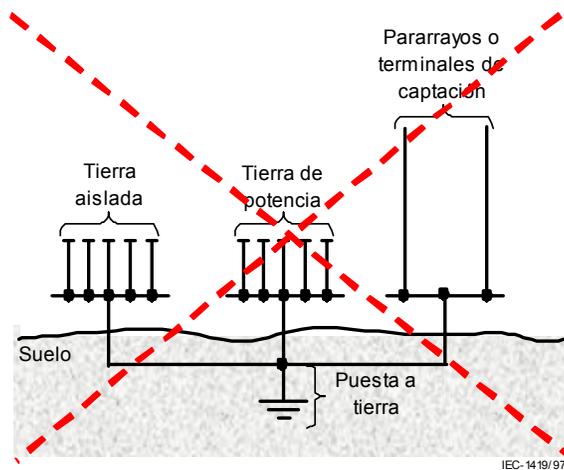


Figura 11. Una sola puesta a tierra para todas las necesidades (prohibido).

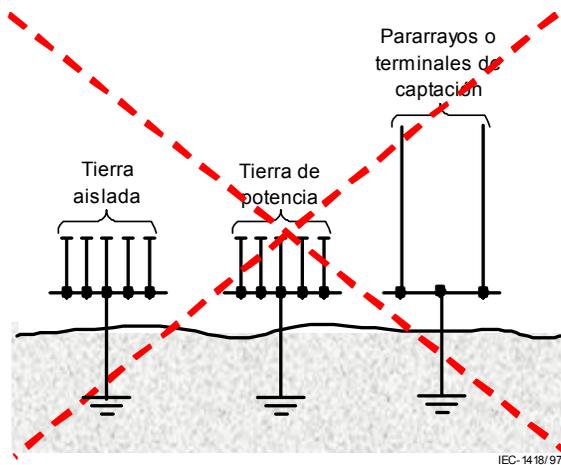


Figura 12. Puestas a tierra separadas o independientes (prohibido).

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE**3. Materiales****3.1. Electrodo de puesta a tierra.**

Para efectos del presente Reglamento serán de obligatorio cumplimiento que los electrodos de puesta a tierra, cumplan los siguientes requisitos, adoptados de las normas IEC 60364-5-54, BS 7430, AS 1768, UL 467, UNESA 6501F y NTC 2050:

| Tipo de Electrodo | Materiales | Dimensiones Mínimas | | | |
|-------------------|--|---------------------|----------------------|------------|------------------|
| | | Diámetro mm | Área mm ² | Espesor mm | Recubrimiento μm |
| Varilla | Cobre | 12,7 | | | |
| | Acero inoxidable | 10 | | | |
| | Acero galvanizado en caliente | 16 | | | 70 |
| | Acero con recubrimiento electrodepositado de cobre | 14 | | | 250 |
| | Acero con recubrimiento total en cobre | 15 | | | 2000 |
| Tubo | Cobre | 20 | | 2 | |
| | Acero inoxidable | 25 | | 2 | |
| | Acero galvanizado en caliente | 25 | | 2 | 55 |
| Fleje | Cobre | | 50 | 2 | |
| | Acero inoxidable | | 90 | 3 | |
| | Cobre cincado | | 50 | 2 | 40 |
| Cable | Cobre | 1,8 para cada hilo | 25 | | |
| | Cobre estañado | 1,8 para cada hilo | 25 | | |
| Placa | Cobre | | 20000 | 1,5 | |
| | Acero inoxidable | | 20000 | 6 | |

Tabla 22. Requisitos para electrodos de puesta a tierra.

- La puesta a tierra debe estar constituida por uno o varios de los siguientes tipos de electrodos: Varillas, tubos, placas, flejes o cables.
- Los fabricantes de electrodos de puesta a tierra, **deben garantizar que la resistencia a la corrosión de cada electrodo, sea de mínimo 15 años contados a partir de la fecha de instalación**, e informar al usuario si existe algún procedimiento específico que debe ser tenido en cuenta para su instalación.
- El electrodo tipo varilla o tubo debe tener mínimo 2,4 m de longitud; además debe estar identificado con el nombre del fabricante, la marca registrada o ambos y sus dimensiones; esto debe hacerse dentro los primeros 30 cm desde la parte superior.
- El espesor efectivo de los recubrimientos exigidos en la Tabla 22, en ningún punto debe ser inferior a los valores indicados.

Requisitos de instalación de electrodos:

- Atender las recomendaciones del fabricante.
- Cada electrodo debe quedar enterrado en su totalidad.
- El punto de unión entre el conductor y el electrodo debe ser fácilmente accesible y hacerse con soldadura exotérmica o un conector certificado para este uso.
- La parte superior del electrodo enterrado debe quedar a mínimo 15 cm de la superficie.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE**3.2. Conductor del electrodo de puesta a tierra.**

El conductor para baja tensión, se debe seleccionar con base en la Tabla 250-94 de la NTC 2050.

El conductor para media tensión, alta tensión y extra alta tensión, debe ser seleccionado con la siguiente fórmula, la cual fue adoptada de la norma ANSI/IEEE 80.

$$A_{mm^2} = \frac{IK_f \sqrt{t_c}}{1,9737} \text{ en donde:}$$

A_{mm^2} Sección del conductor en mm^2 .

I Corriente de falla a tierra, suministrada por el OR (rms en kA).

K_f Es la constante de la Tabla 23, para diferentes materiales y varios valores de T_m .

T_m Es la temperatura de fusión o el límite de temperatura del conductor y una temperatura ambiente de 40°C.

t_c Tiempo de despeje de la falla a tierra.

| MATERIAL | CONDUCTIVIDAD (%) | T_m (°C) | K_f |
|--|-------------------|------------|-------|
| Cobre blando | 100 | 1083 | 7 |
| Cobre duro | 97 | 1084 | 7,06 |
| Cobre duro | 97 | 250 | 11,78 |
| Alambre de acero recubierto de cobre | 40 | 1084 | 10,45 |
| Alambre de acero recubierto de cobre | 30 | 1084 | 14,64 |
| Varilla de acero recubierta de cobre | 20 | 1084 | 14,64 |
| Aluminio grado EC ⁽¹⁾ | 61 | 657 | 12,12 |
| Aleación de aluminio 5005 ⁽¹⁾ | 53,2 | 652 | 12,41 |
| Aleación de aluminio 6201 ⁽¹⁾ | 52,5 | 654 | 12,47 |
| Alambre de acero recubierto de aluminio ⁽¹⁾ | 20,3 | 657 | 17,2 |
| Acero 1020 | 10,8 | 1510 | 15,95 |
| Varilla de acero galvanizado | 9,8 | 1400 | 14,72 |
| Varilla de acero con baño de cinc | 8,6 | 419 | 28,96 |
| Acero inoxidable 304 | 2,4 | 1400 | 30,05 |

Tabla 23. Constantes de materiales.

(1) De acuerdo con las disposiciones del presente Reglamento no se debe utilizar aluminio enterrado. Sin embargo, en conductores del cableado de tierras si se puede utilizar.

3.3. Conductor de puesta a tierra de equipos.

- El conductor para baja tensión, debe cumplir con la Tabla 250-95 de la NTC 2050.
- El conductor para media tensión, alta tensión y extra alta tensión, debe seleccionarse de igual manera que se selecciona el conductor del electrodo de puesta a tierra.
- Los conductores del sistema de puesta a tierra deben ser continuos, sin interruptores o medios de desconexión y cuando se empalmen, se deben emplear técnicas comúnmente aceptadas o elementos certificados para tal uso.
- El conductor de puesta a tierra de equipos, debe acompañar los conductores activos durante todo su recorrido y por la misma canalización.
- La corriente máxima admisible en los conductores del sistema de puesta a tierra, en condiciones de operación normal, no debe sobrepasar los siguientes valores, según criterios adoptados de las normas ANSI/IEEE 80, del Std IEEE 1100 y de la FIPS Pub 94:
 - 0,1 amperios, si el circuito ramal es exclusivo para cargas electrónicas y es atendido sólo por personas calificadas.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

- 25 mA si el circuito ramal o derivado de uso general, no tiene cargas electrónicas.
- 10 amperios, para subestaciones de alta y extra alta tensión.

Estos valores deben entenderse como asociados a corrientes inevitables, y no bajo condiciones de funcionamiento anormal, debidas a instalaciones defectuosas.

- Los conductores de los cableados de puesta a tierra que por disposición de la instalación se requieran aislar, deben ser de aislamiento color verde, verde con rayas amarillas o identificado con marcas verdes en los puntos de inspección y extremos.
- Antes de efectuar trabajos de conexión o desconexión en los conductores del sistema de puesta a tierra, se debe verificar que el valor de la corriente sea cero.

4. Valores de resistencia de puesta a tierra

Un buen diseño de puesta a tierra debe reflejarse en el control de las tensiones de paso, de contacto y transferidas; sin embargo, la limitación de las tensiones transferidas principalmente en subestaciones de media y alta tensión es igualmente importante. En razón a que la resistencia de puesta a tierra es un indicador que limita directamente la máxima elevación de potencial y controla las tensiones transferidas, pueden tomarse los siguientes valores máximos de resistencia de puesta a tierra adoptados de las normas técnicas IEC 60364-4-442, ANSI/IEEE 80, NTC 2050, NTC 4552:

| APLICACIÓN | VALORES MÁXIMOS DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA |
|---|---|
| Estructuras de líneas de transmisión. | 20 Ω |
| Subestaciones de alta y extra alta tensión. | 1 Ω |
| Subestaciones de media tensión. | 10 Ω |
| Protección contra rayos. | 10 Ω |
| Neutro de acometida en baja tensión. | 25 Ω |

Tabla 24. Valores máximos de resistencia de puesta a tierra.

Cuando por valores altos de resistividad del terreno, de elevadas corrientes de falla a tierra o tiempos de despeje de la misma, o que por un balance técnico-económico no resulte práctico obtener los valores de la Tabla 24, siempre se debe garantizar que las tensiones de paso, de contacto y transferidas en caso de un falla a tierra no superen las máximas permitidas y tomar medidas adicionales como:

- * Garantizar que las tensiones transferidas sean iguales o menores a las tensiones de contacto.
- * Hacer inaccesibles zonas donde se prevea la superación de los umbrales de soportabilidad para seres humanos.
- * Instalar pisos o pavimentos de gran aislamiento.
- * Aislar todos los dispositivos que puedan ser sujetados por una persona.
- * Establecer conexiones equipotenciales en las zonas críticas.
- * Aislar el conductor del electrodo de puesta a tierra a su entrada en el terreno.
- * Disponer de señalización en las zonas críticas.
- * Dar instrucciones al personal sobre el tipo de riesgo.
- * Dotar al personal de elementos de protección personal aislantes.

5. Mediciones**5.1. Medición de resistividad aparente.**

Las técnicas para medir la resistividad aparente del terreno, son esencialmente las mismas que para aplicaciones eléctricas. Para su medición se puede aplicar el método

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

tetraelectródico de Wenner, que es el más utilizado para determinarla. En la Figura 13, se expone la disposición del montaje para la medición.

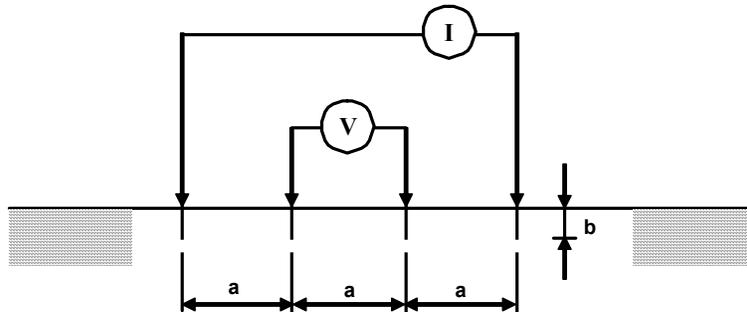


Figura 13. Esquema de medición de resistividad aparente.

La ecuación exacta para el cálculo es:

$$\rho = \frac{4\pi a R}{\left(1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4b^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}\right)}$$

- ρ Resistividad aparente del suelo en ohmios metro
- a Distancia entre electrodos adyacentes en metros.
- b Profundidad de enterramiento de los electrodos en metros.
- R Resistencia eléctrica medida en ohmios, calculada como V/I

Cuando b es muy pequeño comparado con a se tiene la siguiente expresión: $\rho = 2\pi a R$

5.2. Medición de resistencia de puesta a tierra.

La resistencia de puesta a tierra debe ser medida antes de la puesta en funcionamiento de un sistema eléctrico, como parte de la rutina de mantenimiento o excepcionalmente como parte de la verificación de un sistema de puesta a tierra. Para su medición se puede aplicar la técnica de Caída de Potencial, cuya disposición de montaje para medición se muestra en la Figura 14.

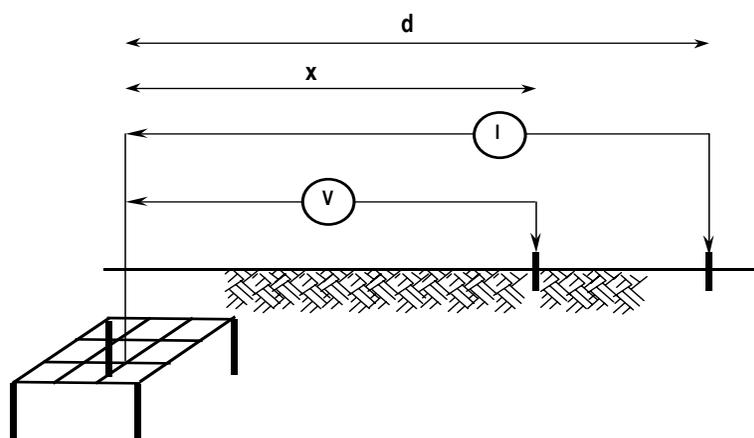


Figura 14. Esquema de medición de resistencia de puesta a tierra.

En donde,

- d Distancia de ubicación del electrodo auxiliar de corriente, la cual debe ser 6,5 veces la mayor dimensión de la puesta a tierra a medir, para lograr una precisión del 95% (según IEEE 81).
- x Distancia del electrodo auxiliar de tensión.
- R_{PT} Resistencia de puesta a tierra en ohmios, calculada como V/I .

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

El valor de resistencia de puesta a tierra que se debe tomar al aplicar este método, es cuando la disposición del electrodo auxiliar de tensión se encuentra al 61,8 % de la distancia del electrodo auxiliar de corriente.

Para torres de líneas de transmisión, se debe aplicar una técnica que permita el desacople del cable de guarda.

5.3. Medición de tensiones de paso y contacto.

Las tensiones de paso y contacto calculadas deben comprobarse antes de la puesta en servicio de subestaciones de media y alta tensión, para verificar que estén dentro de los límites admitidos. Las mediciones se harán preferiblemente en la periferia de la instalación de la puesta a tierra.

Se emplearán fuentes de alimentación de potencia adecuada para simular la falla, de forma que la corriente inyectada sea suficientemente alta, a fin de evitar que las medidas queden falseadas como consecuencia de corrientes espurias o parásitas circulantes por el terreno.

Los electrodos de medida para simulación de los pies deberán tener una superficie de 200 cm² cada uno y deberán ejercer sobre el suelo una fuerza de 250 N cada uno.

Consecuentemente, y a menos que se emplee un método de ensayo que elimine el efecto de dichas corrientes, por ejemplo, método de inversión de la polaridad, se procurará que la corriente inyectada sea del 1% de la corriente para la cual ha sido dimensionada la instalación y preferiblemente no inferior a 50 amperios para centrales y subestaciones de alta tensión y 5 amperios para subestaciones de media tensión.

Los cálculos se harán suponiendo que existe proporcionalidad para determinar las tensiones máximas posibles.

Se podrán aceptar otros métodos de medición siempre y cuando estén avalados por normas técnicas internacionales, de país, regionales o de reconocimiento internacional; en tales casos, quien utilice dicho método dejará constancia de la norma aplicada.

6. Puestas a tierra temporales

El objeto de un equipo de puesta a tierra temporal es **limitar** la corriente que puede pasar por el cuerpo humano. El montaje **básico** de las puestas a tierra temporales debe hacerse de tal manera que el potencial de tierra quede inmediatamente debajo de los pies del liniero, tal como se muestra en la Figura 15, adoptada de la guía IEEE 1048. La secuencia de montaje debe ser desde la tierra hasta la última fase. Para desmontarlo debe hacerse desde las fases hasta la tierra.

El equipo de puesta a tierra temporal debe cumplir las siguientes especificaciones mínimas, adoptadas de la norma IEC 61230:

- Grapas o pinzas: De aleación de aluminio o bronce, para conductores hasta de 40 mm de diámetro y de bronce con caras planas cuando se utilicen en una torre.
- Cable en cobre de mínimo 16 mm² o No 4 AWG, extraflexible, cilíndrico y con cubierta transparente.
- Capacidad mínima de corriente de falla: En A.T. 40 kA; en M.T. 8 kA y 3 kA eficaces en un segundo con temperatura final de 700°C.
- Electrodo: Barreno de longitud mínima de 1,5 m.
- El fabricante debe entregar una guía de instalación, inspección y mantenimiento.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

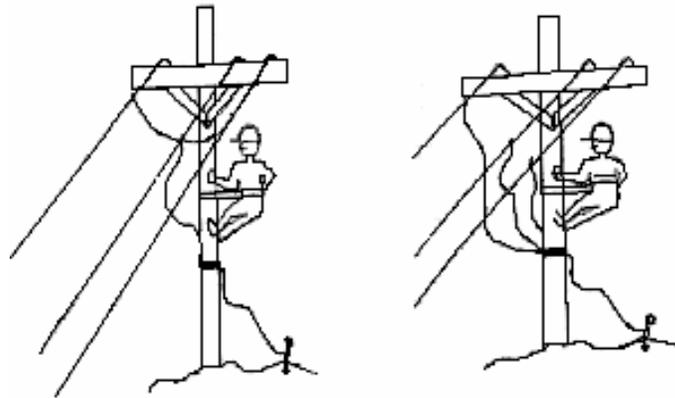


Figura 15. Montajes típicos de puestas a tierra temporales.

Artículo 16º. ILUMINACIÓN

Una buena iluminación, además de ser un factor de seguridad, productividad y de rendimiento en el trabajo, mejora el confort visual y hace más agradable y acogedora la vida. Si se tiene en cuenta que por lo menos una quinta parte de la vida del hombre transcurre bajo alumbrado artificial, se comprenderá el interés que hay en establecer los requisitos mínimos para realizar los proyectos de iluminación, los cuales se presentan a continuación.

1. Diseño

Un diseño de iluminación debe comprender las siguientes condiciones esenciales:

- Suministrar una cantidad de luz suficiente.
- Eliminar todas las causas de deslumbramiento.
- Prever el tipo y cantidad de luminarias apropiadas para cada caso particular teniendo en cuenta su eficiencia.
- Utilizar fuentes luminosas que aseguren una satisfactoria distribución de los colores.

2. Instalación

- Debe existir suministro ininterrumpido de iluminación en sitios y áreas donde la falta de ésta pueda originar riesgos para la vida de las personas, como en áreas críticas y en los medios de egreso para evacuación.
- No se permite la utilización de lámparas de descarga con encendido retardado en circuitos de iluminación de emergencia
- Los alumbrados de emergencia equipados con grupos de baterías, deben permanecer en funcionamiento un mínimo de 90 minutos después que se interrumpa el servicio eléctrico normal.
- Los residuos de las lámparas deben ser manejados cumpliendo la regulación sobre manejo de desechos, debido a las sustancias tóxicas que puedan poseer.
- En lugares accesibles a personas donde se operen maquinas rotativas, la iluminación instalada debe diseñarse para evitar el efecto estroboscópico.

Para efectos del presente Reglamento se establecen los siguientes niveles de iluminancia, adoptados de la Norma ISO 8995.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

| TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD | NIVELES DE ILUMINANCIA (lx) | | |
|---|-----------------------------|-------|------|
| | Min. | Medio | Máx. |
| Áreas generales en las construcciones | | | |
| Áreas de circulación, corredores | 50 | 100 | 150 |
| Escaleras, escaleras mecánicas | 100 | 150 | 200 |
| Vestidores, baños. | 100 | 150 | 200 |
| Almacenes, bodegas. | 100 | 150 | 200 |
| Talleres de ensamble | | | |
| Trabajo pesado, montaje de maquinaria pesada | 200 | 300 | 500 |
| Trabajo intermedio, ensamble de motores, ensamble de carrocerías de automóviles | 300 | 500 | 750 |
| Trabajo fino, ensamble de maquinaria electrónica y de oficina | 500 | 750 | 1000 |
| Trabajo muy fino, ensamble de instrumentos | 1000 | 1500 | 2000 |
| Procesos químicos | | | |
| Procesos automáticos | 50 | 100 | 150 |
| Plantas de producción que requieren intervención ocasional | 100 | 150 | 200 |
| Áreas generales en el interior de las fábricas | 200 | 300 | 500 |
| Cuartos de control, laboratorios. | 300 | 500 | 750 |
| Industria farmacéutica | 300 | 500 | 750 |
| Inspección | 500 | 750 | 1000 |
| Balanceo de colores | 750 | 1000 | 1500 |
| Fabricación de llantas de caucho | 300 | 500 | 750 |
| Fábricas de confecciones | | | |
| Costura | 500 | 750 | 1000 |
| Inspección | 750 | 1000 | 1500 |
| Prensado | 300 | 500 | 750 |
| Industria eléctrica | | | |
| Fabricación de cables | 200 | 300 | 500 |
| Ensamble de aparatos telefónicos | 300 | 500 | 750 |
| Ensamble de devanados | 500 | 750 | 1000 |
| Ensamble de aparatos receptores de radio y TV | 750 | 1000 | 1500 |
| Ensamble de elementos de ultra precisión componentes electrónicos | 1000 | 1500 | 2000 |
| Industria alimenticia | | | |
| Áreas generales de trabajo | 200 | 300 | 500 |
| Procesos automáticos | 150 | 200 | 300 |
| Decoración manual, inspección | 300 | 500 | 750 |
| Fundición | | | |
| Pozos de fundición | 150 | 200 | 300 |
| Moldeado basto, elaboración basta de machos | 200 | 300 | 500 |
| Moldeo fino, elaboración de machos, inspección | 300 | 500 | 750 |
| Trabajo en vidrio y cerámica | | | |
| Zona de hornos | 100 | 150 | 200 |
| Recintos de mezcla, moldeo, conformado y estufas | 200 | 300 | 500 |
| Terminado, esmaltado, envidriado | 00 | 500 | 750 |
| Pintura y decoración | 500 | 750 | 1000 |
| Afilado, lentes y cristalería, trabajo fino | 750 | 1000 | 1500 |
| Trabajo en hierro y acero | | | |
| Plantas de producción que no requieren intervención manual | 50 | 100 | 150 |
| Plantas de producción que requieren intervención ocasional | 100 | 150 | 250 |
| Puestos de trabajo permanentes en plantas de producción | 200 | 300 | 500 |
| Plataformas de control e inspección | 300 | 500 | 750 |
| Industria del cuero | | | |
| Áreas generales de trabajo | 200 | 300 | 500 |
| Prensado, corte, costura y producción de calzado | 500 | 750 | 1000 |
| Clasificación, adaptación y control de calidad | 750 | 1000 | 1500 |
| Taller de mecánica y de ajuste | | | |
| Trabajo ocasional | 150 | 200 | 300 |
| Trabajo basto en banca y maquinado, soldadura | 200 | 300 | 500 |
| Maquinado y trabajo de media precisión en banco, máquinas generalmente automáticas | 300 | 500 | 750 |
| Maquinado y trabajo fino en banco, máquinas automáticas finas, inspección y ensayos | 500 | 750 | 1000 |
| Trabajo muy fino, calibración e inspección de partes pequeñas muy complejas | 1000 | 1500 | 2000 |
| Talleres de pintura y casetas de rociado | | | |
| Inmersión, rociado basto | 200 | 300 | 500 |
| Pintura ordinaria, rociado y terminado | 300 | 500 | 750 |
| Pintura fina, rociado y terminado | 500 | 750 | 1000 |
| Retoque y balanceo de colores | 750 | 1000 | 1500 |

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

| | | | |
|---|-------|-------|--------|
| Fábricas de papel | | | |
| Elaboración de papel y cartón | 200 | 300 | 500 |
| Procesos automáticos | 150 | 200 | 300 |
| Inspección y clasificación | 300 | 500 | 750 |
| Trabajos de impresión y encuadernación de libros | | | |
| Recintos con máquinas de impresión | 300 | 500 | 750 |
| Cuartos de composición y lecturas de prueba | 500 | 750 | 1000 |
| Pruebas de precisión, retoque y grabado | 750 | 1000 | 1500 |
| Reproducción del color e impresión | 1000 | 1500 | 2000 |
| Grabado con acero y cobre | 1500 | 2000 | 3000 |
| Encuadernación | 300 | 500 | 750 |
| Decoración y estampado | 500 | 750 | 1000 |
| Industria textil | | | |
| Rompimiento de la paca, cardado, hilado | 200 | 300 | 500 |
| Giro, embobinamiento, enrollamiento peinado, tintura | 300 | 500 | 750 |
| Balanceo, rotación (conteos finos) entretejido, tejido | 500 | 750 | 1000 |
| Costura, desmoteo, inspección | 750 | 1000 | 1500 |
| Talleres de madera y fábricas de muebles | | | |
| Aserraderos | 150 | 200 | 300 |
| Trabajo en banco y montaje | 200 | 300 | 500 |
| Maquinado de madera | 300 | 500 | 750 |
| Terminado e inspección final | 500 | 750 | 1000 |
| Oficinas | | | |
| Oficinas de tipo general, mecanografía y computación | 300 | 500 | 750 |
| Oficinas abiertas | 500 | 750 | 1000 |
| Oficinas de dibujo | 500 | 750 | 1000 |
| Salas de conferencia | 300 | 500 | 750 |
| Hospitales | | | |
| <i>Salas</i> | | | |
| Iluminación general | 50 | 100 | 150 |
| Examen | 200 | 300 | 500 |
| Lectura | 150 | 200 | 300 |
| Circulación nocturna | 3 | 5 | 10 |
| <i>Salas de examen</i> | | | |
| Iluminación general | 300 | 500 | 750 |
| Inspección local | 750 | 1000 | 1500 |
| <i>Terapia intensiva</i> | | | |
| Cabecera de la cama | 30 | 50 | 100 |
| Observación | 200 | 300 | 500 |
| Estación de enfermería | 200 | 300 | 500 |
| <i>Salas de operación</i> | | | |
| Iluminación general | 500 | 750 | 1000 |
| Iluminación local | 10000 | 30000 | 100000 |
| <i>Salas de autopsia</i> | | | |
| Iluminación general | 500 | 750 | 1000 |
| Iluminación local | 5000 | 10000 | 15000 |
| <i>Consultorios</i> | | | |
| Iluminación general | 300 | 500 | 750 |
| Iluminación local | 500 | 750 | 1000 |
| <i>Farmacia y laboratorios</i> | | | |
| Iluminación general | 300 | 400 | 750 |
| Iluminación local | 500 | 750 | 1000 |
| Almacenes | | | |
| <i>Iluminación general:</i> | | | |
| En grandes centros comerciales | 500 | 750 | |
| Ubicados en cualquier parte | 300 | 500 | |
| Supermercados | 500 | 750 | |
| Colegios | | | |
| <i>Salones de clase</i> | | | |
| Iluminación general | 300 | 500 | 750 |
| Tableros para emplear con tizas | 300 | 500 | 750 |
| Elaboración de planos | 500 | 750 | 1000 |
| <i>Salas de conferencias</i> | | | |
| Iluminación general | 300 | 500 | 750 |
| Tableros | 500 | 750 | 1000 |
| Bancos de demostración | 500 | 750 | 1000 |
| <i>Laboratorios</i> | | | |
| Iluminación general | 300 | 500 | 750 |
| <i>Salas de arte</i> | | | |
| Iluminación general | 300 | 500 | 750 |
| <i>Talleres</i> | | | |
| Iluminación general | 300 | 500 | 750 |
| <i>Salas de asamblea</i> | | | |
| Iluminación general | 150 | 200 | 300 |

Tabla 25. Niveles típicos de iluminancia aceptados para diferentes áreas, tareas o actividades.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

Artículo 17º. REQUISITOS DE PRODUCTOS

A continuación se establecen los requisitos esenciales para los productos de mayor utilización en instalaciones eléctricas. Son productos que deben presentar certificado de conformidad antes de su instalación, según lo establecido en el Capítulo X.

Los equipos o aparatos receptores que usan la electricidad y los dispositivos inherentes a los circuitos eléctricos no contemplados en el presente Reglamento y que puedan generar alto riesgo para la seguridad humana, animal o el medio ambiente, deben cumplir los reglamentos técnicos del país de origen, las normas técnicas internacionales o de reconocimiento internacional o las normas técnicas nacionales que le sean de aplicación y en todos los casos debe acreditarse la conformidad del producto. El procedimiento para evaluar la conformidad, será el cumplimiento de los requisitos exigidos en cada norma referenciada.

1. Alambres y Cables

En consideración a su utilización en cada instalación eléctrica, independiente del nivel de tensión, se establecen en esta sección los parámetros relacionados con los conductores de mayor utilización en el sector eléctrico.

Para efectos del presente Reglamento, se toman como requisitos esenciales y en consecuencia garantía de seguridad, el rotulado, la resistencia eléctrica en corriente continua, el área mínima, la denominación formal del conductor, la carga mínima de rotura para líneas aéreas y el espesor y resistencia mínima de aislamiento. Queda entendido que quienes importen, fabriquen o comercialicen alambres y cables que no cumplan estas prescripciones, infringen el presente Reglamento Técnico. Por lo tanto, cuando se especifique un cable o alambre en AWG o Kcmil debe cumplir con los requisitos que aparecen a continuación. La conformidad se verifica mediante inspección y ensayos con equipos de medida que garanticen la precisión dada en las tablas.

- La resistencia máxima en corriente continua referida a 20°C será 1,02 veces la resistencia nominal en corriente continua.

$$R_{maxcc} = 1,02 * R_{Ncc}$$

Donde:

R_{maxcc} = Resistencia máxima en corriente continua
 R_{Ncc} = Resistencia nominal en corriente continua

- El área mínima de la sección transversal no debe ser menor al 98% del área nominal, presentada en las Tablas 26 a 33.
- Para los cables de aluminio, ACSR y de aleaciones de aluminio, la carga de rotura no debe ser menor a la presentada en las Tablas 28, 29 y 30.
- Los cables de aluminio, ACSR y de aleaciones de aluminio deben tener el número de hilos presentados en las Tablas 28, 29 y 30.
- Los conductores aislados deben cumplir con cada uno de los valores presentados en la Tabla 31.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

| Calibre | | Área Nominal (mm ²) | R _{Ncc} 20°C (Ω/km) | Calibre | | Área Nominal (mm ²) | R _{Ncc} 20°C (Ω/km) |
|---------|-----|------------------------------------|---------------------------------|---------|-----|------------------------------------|---------------------------------|
| kcmil | AWG | | | kcmil | AWG | | |
| 211,6 | 4/0 | 107,22 | 0,161 | 16,51 | 8 | 8,37 | 2,06 |
| 167,8 | 3/0 | 85,03 | 0,203 | 13,09 | 9 | 6,63 | 2,60 |
| 133,1 | 2/0 | 67,44 | 0,256 | 10,38 | 10 | 5,26 | 3,28 |
| 105,6 | 1/0 | 53,51 | 0,322 | 6,53 | 12 | 3,31 | 5,21 |
| 83,69 | 1 | 42,41 | 0,407 | 4,11 | 14 | 2,08 | 8,29 |
| 66,36 | 2 | 33,63 | 0,513 | 2,58 | 16 | 1,31 | 13,2 |
| 52,62 | 3 | 26,70 | 0,646 | 1,62 | 18 | 0,82 | 21,0 |
| 41,74 | 4 | 21,15 | 0,817 | 1,02 | 20 | 0,52 | 33,3 |
| 33,09 | 5 | 16,80 | 1,03 | 0,64 | 22 | 0,32 | 53,2 |
| 26,24 | 6 | 13,30 | 1,30 | 0,404 | 24 | 0,20 | 84,1 |
| 20,82 | 7 | 10,50 | 1,64 | | | | |

Tabla 26. Requisitos para alambre de cobre suave
(Adoptada de NTC 359)

| Calibre | | Área Nominal (mm ²) | R _{Ncc} 20°C (Ω/km) | Calibre | | Área Nominal (mm ²) | R _{Ncc} 20°C (Ω/km) |
|---------|-----|------------------------------------|---------------------------------|---------|-----|------------------------------------|---------------------------------|
| kcmil | AWG | | | kcmil | AWG | | |
| 1 000 | | 506,71 | 0,0348 | 66,36 | 2 | 33,63 | 0,522 |
| 900 | | 456,04 | 0,0387 | 52,62 | 3 | 26,66 | 0,660 |
| 800 | | 405,37 | 0,0433 | 41,74 | 4 | 21,15 | 0,830 |
| 750 | | 380,03 | 0,0462 | 33,09 | 5 | 16,77 | 1,05 |
| 700 | | 354,70 | 0,0495 | 26,24 | 6 | 13,30 | 1,32 |
| 600 | | 304,03 | 0,0581 | 20,82 | 7 | 10,55 | 1,67 |
| 500 | | 253,35 | 0,0695 | 16,51 | 8 | 8,37 | 2,10 |
| 400 | | 202,68 | 0,0866 | 13,09 | 9 | 6,63 | 2,65 |
| 350 | | 177,35 | 0,0991 | 10,38 | 10 | 5,26 | 3,35 |
| 300 | | 152,01 | 0,116 | 6,53 | 12 | 3,31 | 5,35 |
| 250 | | 126,68 | 0,139 | 4,11 | 14 | 2,08 | 8,46 |
| 211,6 | 4/0 | 107,22 | 0,164 | 2,58 | 16 | 1,31 | 13,4 |
| 167,8 | 3/0 | 85,03 | 0,207 | 1,62 | 18 | 0,82 | 21,4 |
| 133,1 | 2/0 | 67,44 | 0,261 | 1,02 | 20 | 0,52 | 33,8 |
| 105,6 | 1/0 | 53,51 | 0,328 | 0,64 | 22 | 0,32 | 53,8 |
| 83,69 | 1 | 42,41 | 0,417 | 0,404 | 24 | 0,20 | 85,6 |

Tabla 27. Requisitos para cables de cobre suave.

Cableado Clases A, B, C y D (Adoptada de NTC 307)

Nota: El cableado clase B es el más utilizado.

Para los propósitos de estas especificaciones, los cableados son clasificados como:

- * Clase AA: Utilizado para conductores desnudos normalmente usados en líneas aéreas.
- * Clase A: Utilizado para conductores a ser recubiertos con materiales impermeables, retardantes al calor y para conductores desnudos donde se requiere mayor flexibilidad que la proporcionada por la clase AA.
- * Clase B: Utilizado para conductores que van a ser aislados con materiales tales como cauchos, papel, telas barnizadas y para conductores como los indicados en la clase A pero que requieren mayor flexibilidad que la proporcionada por el cableado clase A.
- * Clases C y D: Para conductores donde se requiere mayor flexibilidad que la proporcionada por la clase B.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE

| Calibre en Kcmil o AWG | Área Nominal (mm ²) | R _{NCC} 20°C (Ω/km) | Cableado | | | Calibre en kcmil o AWG | Área Nominal (mm ²) | R _{NCC} 20°C (Ω/km) | Cableado | | |
|------------------------|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------|--------------|------------------------|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------|--------------|
| | | | Carga mínima de rotura (kN) | Clase | No. de Hilos | | | | Carga mínima de rotura (kN) | Clase | No. de Hilos |
| 2 000 | 1013 | 0,0284 | 153 | A | 91 | 600 | 304,0 | 0,0945 | 47,5 | AA | 37 |
| 1 750 | 887,0 | 0,0324 | 132 | AA | 61 | 556,5 | 282,0 | 0,102 | 44,4 | A | 37 |
| 1 590 | 805,7 | 0,0357 | 120 | AA | 61 | 556,5 | 282,0 | 0,102 | 43,3 | AA | 19 |
| 1 510,5 | 765,4 | 0,0375 | 114 | AA,A | 61 | 500 | 253,4 | 0,113 | 40,5 | A | 37 |
| 1 431 | 725,1 | 0,0396 | 108 | AA,A | 61 | 500 | 253,4 | 0,113 | 38,9 | AA | 19 |
| 1 351 | 684,6 | 0,0420 | 104 | AA,A | 61 | 477 | 241,7 | 0,119 | 38,6 | A | 37 |
| 1 272 | 644,5 | 0,0446 | 98,1 | AA,A | 61 | 477 | 241,7 | 0,119 | 37,0 | AA | 19 |
| 1 192,5 | 604,2 | 0,0476 | 93,5 | AA,A | 61 | 450 | 228,0 | 0,126 | 35,0 | AA | 19 |
| 1 113 | 564,0 | 0,0509 | 87,3 | AA,A | 61 | 397,5 | 201,4 | 0,143 | 31,6 | AA,A | 19 |
| 1 033,5 | 523,7 | 0,0549 | 81,3 | A | 61 | 350 | 177,3 | 0,162 | 28,4 | A | 19 |
| 1 033,5 | 523,7 | 0,0549 | 78,8 | AA | 37 | 336,4 | 170,5 | 0,169 | 27,3 | A | 19 |
| 1 000 | 506,7 | 0,0567 | 78,3 | A | 61 | 300 | 152,0 | 0,189 | 24,3 | A | 19 |
| 1 000 | 506,7 | 0,0567 | 76,2 | AA | 37 | 266,8 | 135,2 | 0,213 | 22,1 | A | 19 |
| 954 | 483,4 | 0,0594 | 75,0 | A | 61 | 266,8 | 135,2 | 0,213 | 21,4 | AA | 7 |
| 954 | 483,4 | 0,0594 | 72,6 | AA | 37 | 250 | 126,7 | 0,227 | 20,7 | A | 19 |
| 900 | 456,0 | 0,0630 | 70,8 | A | 61 | 250 | 126,7 | 0,227 | 20,1 | AA | 7 |
| 900 | 456,0 | 0,0630 | 68,4 | AA | 37 | 4/0 | 107,2 | 0,269 | 17,0 | AA,A | 7 |
| 795 | 402,8 | 0,0713 | 63,8 | A | 61 | 3/0 | 85,03 | 0,338 | 13,5 | AA,A | 7 |
| 795 | 402,8 | 0,0713 | 61,8 | AA | 37 | 2/0 | 67,44 | 0,426 | 11,1 | AA,A | 7 |
| 750 | 380,0 | 0,0756 | 60,3 | A | 61 | 1/0 | 53,51 | 0,537 | 8,84 | AA,A | 7 |
| 750 | 380,0 | 0,0756 | 58,6 | AA | 37 | 1 | 42,41 | 0,678 | 7,30 | AA,A | 7 |
| 715,5 | 362,5 | 0,0793 | 58,4 | A | 61 | 2 | 33,63 | 0,854 | 5,99 | AA,A | 7 |
| 715,5 | 362,5 | 0,0793 | 56,7 | AA | 37 | 3 | 26,66 | 1,08 | - | - | - |
| 700 | 354,7 | 0,0810 | 57,1 | A | 61 | 4 | 21,15 | 1,36 | 3,91 | A | 7 |
| 700 | 354,7 | 0,0810 | 55,4 | AA | 37 | 5 | 16,77 | 1,71 | - | - | - |
| 650 | 329,4 | 0,0872 | 51,7 | AA | 37 | 6 | 13,30 | 2,16 | 2,53 | A | 7 |
| 636 | 322,3 | 0,0892 | 50,4 | AA,A | 37 | | | | | | |

Tabla 28. Requisitos para cables de Aluminio - AAC

(Adoptada de NTC 308)

Nota: La resistencia nominal en corriente continua y el área nominal, aplican para los tipos de cableado AA, A, B, C y D.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

| Calibre | | Cableado | Área Nominal del Aluminio (mm ²) | R _{NCC} 20°C (Ω/km) | Carga mínima de rotura ¹⁾ (kN) | Calibre | | Cableado | Área Nominal del Aluminio (mm ²) | R _{NCC} 20°C (Ω/km) | Carga mínima de rotura ¹⁾ (kN) |
|---------|-----|----------|--|------------------------------|---|---------|-----|----------|--|------------------------------|---|
| kcmil | AWG | | | | | kcmil | AWG | | | | |
| 2 312 | | 76/19 | 1171,51 | 0,0248 | 252 | 636 | | 18/1 | 322,27 | 0,0892 | 67,6 |
| 2 167 | | 72/7 | 1098,04 | 0,0264 | 222 | 605 | | 30/19 | 306,56 | 0,0944 | 133 |
| 2 156 | | 84/19 | 1092,46 | 0,0266 | 268 | 605 | | 30/7 | 306,56 | 0,0944 | 128 |
| 1 780 | | 84/19 | 901,94 | 0,0322 | 227 | 605 | | 26/7 | 306,56 | 0,0942 | 108 |
| 1 590 | | 54/19 | 805,67 | 0,0360 | 242 | 605 | | 24/7 | 306,56 | 0,0942 | 96,1 |
| 1 590 | | 45/7 | 805,67 | 0,0358 | 188 | 556,5 | | 30/7 | 281,98 | 0,103 | 124 |
| 1 510 | | 54/19 | 765,13 | 0,0379 | 230 | 556,5 | | 26/7 | 281,98 | 0,103 | 100 |
| 1 510 | | 45/7 | 765,13 | 0,0377 | 178 | 556,5 | | 24/7 | 281,98 | 0,103 | 88,1 |
| 1 431 | | 54/19 | 725,10 | 0,0400 | 218 | 556,5 | | 18/1 | 281,98 | 0,102 | 60,9 |
| 1 431 | | 45/7 | 725,10 | 0,0398 | 170 | 477 | | 30/7 | 241,70 | 0,120 | 106 |
| 1 351 | | 54/19 | 684,56 | 0,0424 | 206 | 477 | | 26/7 | 241,70 | 0,120 | 86,7 |
| 1 351 | | 45/7 | 684,56 | 0,0422 | 161 | 477 | | 24/7 | 241,70 | 0,120 | 76,5 |
| 1 272 | | 54/19 | 644,53 | 0,0450 | 194 | 477 | | 18/1 | 241,70 | 0,119 | 52,5 |
| 1 272 | | 45/7 | 644,53 | 0,0448 | 152 | 397,5 | | 30/7 | 201,42 | 0,144 | 90,3 |
| 1 272 | | 36/1 | 644,53 | 0,0446 | 117 | 397,5 | | 26/7 | 201,42 | 0,143 | 72,5 |
| 1 192,5 | | 54/19 | 604,25 | 0,0480 | 186 | 397,5 | | 24/7 | 201,42 | 0,143 | 64,9 |
| 1 192,5 | | 45/7 | 604,25 | 0,0478 | 142 | 397,5 | | 18/1 | 201,42 | 0,143 | 44,0 |
| 1 113 | | 54/19 | 563,97 | 0,0514 | 174 | 336,4 | | 30/7 | 170,46 | 0,170 | 77,0 |
| 1 113 | | 45/7 | 563,97 | 0,0512 | 133 | 336,4 | | 26/7 | 170,46 | 0,169 | 62,7 |
| 1 033,5 | | 54/7 | 523,68 | 0,0551 | 163 | 336,4 | | 18/1 | 170,46 | 0,168 | 38,7 |
| 1 033,5 | | 45/7 | 523,68 | 0,0551 | 123 | 300 | | 26/7 | 152,01 | 0,190 | 56,5 |
| 1 033,5 | | 36/1 | 523,68 | 0,0549 | 95,2 | 266,8 | | 26/7 | 135,19 | 0,214 | 50,3 |
| 954 | | 54/7 | 483,40 | 0,0597 | 150 | 266,8 | | 18/1 | 135,19 | 0,212 | 30,7 |
| 954 | | 45/7 | 483,40 | 0,0597 | 115 | 211,6 | 4/0 | 6/1 | 107,22 | 0,267 | 37,1 |
| 954 | | 36/1 | 483,40 | 0,0594 | 88,1 | 211,3 | | 12/7 | 107,07 | 0,270 | 92,1 |
| 900 | | 54/7 | 456,04 | 0,0633 | 142 | 203,2 | | 16/19 | 102,96 | 0,280 | 126 |
| 900 | | 45/7 | 456,04 | 0,0633 | 108 | 190,8 | | 12/7 | 96,68 | 0,299 | 83,2 |
| 795 | | 30/19 | 402,83 | 0,0719 | 171 | 176,9 | | 12/7 | 89,64 | 0,322 | 76,9 |
| 795 | | 54/7 | 402,83 | 0,0717 | 125 | 167,8 | 3/0 | 6/1 | 85,03 | 0,336 | 29,4 |
| 795 | | 45/7 | 402,83 | 0,0717 | 98,3 | 159 | | 12/7 | 80,57 | 0,358 | 71,2 |
| 795 | | 26/7 | 402,83 | 0,0717 | 140 | 134,6 | | 12/7 | 68,20 | 0,423 | 60,5 |
| 795 | | 24/7 | 402,83 | 0,0717 | 124 | 133,1 | 2/0 | 6/1 | 67,44 | 0,424 | 23,6 |
| 795 | | 36/1 | 402,83 | 0,0713 | 74,7 | 110,8 | | 12/7 | 56,14 | 0,514 | 50,3 |
| 715,5 | | 30/19 | 362,55 | 0,0798 | 154 | 105,6 | 1/0 | 6/1 | 53,51 | 0,534 | 19,5 |
| 715,5 | | 26/7 | 362,55 | 0,0797 | 126 | 101,8 | | 12/7 | 51,58 | 0,560 | 46,3 |
| 715,5 | | 24/7 | 362,55 | 0,0797 | 113 | 83,69 | 1 | 6/1 | 42,41 | 0,674 | 15,8 |
| 666,6 | | 26/7 | 337,77 | 0,0855 | 117 | 80 | | 8/1 | 40,54 | 0,709 | 23,1 |
| 666,6 | | 24/7 | 337,77 | 0,0855 | 105 | 66,36 | 2 | 7/1 | 33,63 | 0,850 | 16,2 |
| 636 | | 30/19 | 322,27 | 0,0898 | 140 | 66,36 | 2 | 6/1 | 33,63 | 0,850 | 12,7 |
| 636 | | 30/7 | 322,27 | 0,0898 | 135 | 41,74 | 4 | 7/1 | 21,15 | 1,35 | 10,5 |
| 636 | | 26/7 | 322,27 | 0,0896 | 112 | 41,74 | 4 | 6/1 | 21,15 | 1,35 | 8,27 |
| 636 | | 24/7 | 322,27 | 0,0896 | 100 | 33,09 | 5 | 6/1 | 16,77 | 1,70 | 6,63 |
| 636 | | 36/1 | 322,27 | 0,0892 | 61,4 | 26,24 | 6 | 6/1 | 13,30 | 2,15 | 5,29 |

Tabla 29. Requisitos para cables de aluminio con refuerzo de acero – ACSR

(Adoptada de NTC 309)

Nota: 1) La carga mínima de rotura presentada en esta tabla aplica sólo para cables ACSR con núcleos de acero con recubrimiento tipo GA y MA

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE

| Calibre | | Área Nominal (mm ²) | Número de hilos | R _{NCC} 20°C (Ω/km) | Carga mínima de rotura (kN) | Calibre | | Área Nominal (mm ²) | Número de hilos | R _{NCC} 20°C (Ω/km) | Carga mínima de rotura (kN) |
|---------|-----|---------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|---------|-----|---------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|
| Kcmil | AWG | | | | | kcmil | AWG | | | | |
| 1 750 | | 886,74 | 61 | 0,0378 | 253 | 450 | | 228,02 | 19 | 0,147 | 67,3 |
| 1 500 | | 760,06 | 61 | 0,0441 | 217 | 400 | | 202,68 | 19 | 0,165 | 59,8 |
| 1439,2 | | 729,30 | 61 | 0,0459 | 208 | 394,5 | | 199,90 | 19 | 0,168 | 59,0 |
| 1348,8 | | 683,40 | 61 | 0,0490 | 195 | 350 | | 177,35 | 19 | 0,189 | 52,3 |
| 1259,6 | | 638,20 | 61 | 0,0525 | 182 | 312,8 | | 158,50 | 19 | 0,211 | 46,7 |
| 1 250 | | 633,39 | 61 | 0,0529 | 180 | 300 | | 152,01 | 19 | 0,220 | 46,8 |
| 1165,1 | | 590,40 | 61 | 0,0567 | 169 | 250 | | 126,68 | 19 | 0,264 | 39,0 |
| 1077,4 | | 545,90 | 61 | 0,0614 | 156 | 246,9 | | 125,10 | 7 | 0,268 | 38,1 |
| 1 000 | | 506,71 | 37 | 0,0661 | 146 | 211,6 | 4/0 | 107,22 | 7 | 0,312 | 32,7 |
| 927,2 | | 469,80 | 37 | 0,0713 | 136 | 195,7 | | 99,20 | 7 | 0,338 | 30,2 |
| 900 | | 456,04 | 37 | 0,0735 | 132 | 167,8 | 3/0 | 85,03 | 7 | 0,394 | 25,9 |
| 800 | | 405,37 | 37 | 0,0826 | 117 | 155,4 | | 78,70 | 7 | 0,426 | 24,0 |
| 750 | | 380,03 | 37 | 0,0881 | 110 | 133,1 | 2/0 | 67,44 | 7 | 0,497 | 20,5 |
| 740,8 | | 375,40 | 37 | 0,0892 | 108 | 123,3 | | 62,50 | 7 | 0,536 | 19,0 |
| 700 | | 354,70 | 37 | 0,0944 | 102 | 105,6 | 1/0 | 53,51 | 7 | 0,626 | 17,0 |
| 652,4 | | 330,60 | 19 | 0,101 | 97,5 | 77,47 | | 39,30 | 7 | 0,852 | 12,5 |
| 650 | | 329,36 | 37 | 0,102 | 95,0 | 66,36 | 2 | 33,63 | 7 | 0,996 | 10,7 |
| 600 | | 304,03 | 37 | 0,110 | 91,5 | 48,69 | | 24,70 | 7 | 1,36 | 7,84 |
| 559,5 | | 283,50 | 19 | 0,118 | 83,6 | 41,74 | 4 | 21,15 | 7 | 1,59 | 6,72 |
| 550 | | 278,69 | 37 | 0,120 | 83,9 | 30,58 | | 15,50 | 7 | 2,16 | 4,92 |
| 500 | | 253,35 | 19 | 0,132 | 74,7 | 26,24 | 6 | 13,30 | 7 | 2,52 | 4,22 |
| 465,4 | | 235,80 | 19 | 0,142 | 69,6 | | | | | | |

Tabla 30. Requisitos para cables de aleaciones de Aluminio Clase A y AA - AAAC
(Adoptada de NTC 2730)

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE

| Calibre | Resistencia mínima de aislamiento en MΩ por km de conductor | | | Espesores mínimos de aislamiento conductores tipo TW y THW (mm) | | Espesores mínimos de aislamiento de PVC conductor tipo THHN (mm) | | Espesor mínimo en cualquier punto de la chaqueta de nailon conductores tipo THHN (mm) | Tensión de ensayo dieléctrico V (rms) | |
|---------|---|-----|-----|---|----------|--|----------|---|---------------------------------------|---------------------|
| | kcmil o AWG | TW | THW | THHN | Promedio | En cualquier punto | Promedio | | En cualquier punto | Conductores tipo TW |
| 2 000 | 10 | 35 | - | 3,18 | 2,84 | - | - | - | 4000 | 4000 |
| 1 900 | 10 | 35 | - | 3,18 | 2,84 | - | - | - | 4000 | 4000 |
| 1 800 | 10 | 35 | - | 3,18 | 2,84 | - | - | - | 4000 | 4000 |
| 1 750 | 10 | 35 | - | 3,18 | 2,84 | - | - | - | 4000 | 4000 |
| 1 700 | 10 | 40 | - | 3,18 | 2,84 | - | - | - | 4000 | 4000 |
| 1 600 | 10 | 40 | - | 3,18 | 2,84 | - | - | - | 4000 | 4000 |
| 1 500 | 10 | 40 | - | 3,18 | 2,84 | - | - | - | 4000 | 4000 |
| 1 400 | 10 | 40 | - | 3,18 | 2,84 | - | - | - | 4000 | 4000 |
| 1 300 | 10 | 45 | - | 3,18 | 2,84 | - | - | - | 4000 | 4000 |
| 1 250 | 10 | 45 | - | 3,18 | 2,84 | - | - | - | 4000 | 4000 |
| 1 200 | 10 | 45 | - | 3,18 | 2,84 | - | - | - | 4000 | 4000 |
| 1 100 | 15 | 45 | - | 3,18 | 2,84 | - | - | - | 4000 | 4000 |
| 1 000 | 15 | 50 | 60 | 2,79 | 2,51 | 1,78 | 1,60 | 0,23 | 3500 | 3500 |
| 900 | 15 | 50 | 65 | 2,79 | 2,51 | 1,78 | 1,60 | 0,23 | 3500 | 3500 |
| 800 | 15 | 55 | 70 | 2,79 | 2,51 | 1,78 | 1,60 | 0,23 | 3500 | 3500 |
| 750 | 15 | 55 | 70 | 2,79 | 2,51 | 1,78 | 1,60 | 0,23 | 3500 | 3500 |
| 700 | 15 | 55 | 70 | 2,79 | 2,51 | 1,78 | 1,60 | 0,23 | 3500 | 3500 |
| 650 | 15 | 60 | 75 | 2,79 | 2,51 | 1,78 | 1,60 | 0,23 | 3500 | 3500 |
| 600 | 15 | 60 | 80 | 2,79 | 2,51 | 1,78 | 1,60 | 0,23 | 3500 | 3500 |
| 550 | 15 | 65 | 80 | 2,79 | 2,51 | 1,78 | 1,60 | 0,23 | 3500 | 3500 |
| 500 | 15 | 55 | 75 | 2,41 | 2,18 | 1,52 | 1,37 | 0,20 | 3000 | 3000 |
| 450 | 15 | 60 | 80 | 2,41 | 2,18 | 1,52 | 1,37 | 0,20 | 3000 | 3000 |
| 400 | 15 | 65 | 80 | 2,41 | 2,18 | 1,52 | 1,37 | 0,20 | 3000 | 3000 |
| 350 | 20 | 65 | 90 | 2,41 | 2,18 | 1,52 | 1,37 | 0,20 | 3000 | 3000 |
| 300 | 20 | 70 | 95 | 2,41 | 2,18 | 1,52 | 1,37 | 0,20 | 3000 | 3000 |
| 250 | 20 | 80 | 105 | 2,41 | 2,18 | 1,52 | 1,37 | 0,20 | 3000 | 3000 |
| 4/0 | 20 | 70 | 95 | 2,03 | 1,83 | 1,27 | 1,14 | 0,18 | 2500 | 2500 |
| 3/0 | 20 | 80 | 105 | 2,03 | 1,83 | 1,27 | 1,14 | 0,18 | 2500 | 2500 |
| 2/0 | 25 | 85 | 115 | 2,03 | 1,83 | 1,27 | 1,14 | 0,18 | 2500 | 2500 |
| 1/0 | 25 | 95 | 130 | 2,03 | 1,83 | 1,27 | 1,14 | 0,18 | 2500 | 2500 |
| 1 | 30 | 105 | 140 | 2,03 | 1,83 | 1,27 | 1,14 | 0,18 | 2500 | 2500 |
| 2 | 25 | 95 | 130 | 1,52 | 1,37 | 1,02 | 0,91 | 0,15 | 2000 | 2000 |
| 3 | 25 | 110 | 145 | 1,52 | 1,37 | 1,02 | 0,91 | 0,15 | 2000 | 2000 |
| 4 | 30 | 115 | 155 | 1,52 | 1,37 | 1,02 | 0,91 | 0,15 | 2000 | 2000 |
| 5 | 30 | 125 | 135 | 1,52 | 1,37 | 0,76 | 0,69 | 0,13 | 2000 | 2000 |
| 6 | 35 | 135 | 155 | 1,52 | 1,37 | 0,76 | 0,69 | 0,13 | 2000 | 2000 |
| 7 | 40 | 145 | 170 | 1,52 | 1,37 | 0,76 | 0,69 | 0,13 | 2000 | 2000 |
| 8 | 35 | 130 | 185 | 1,14 | 1,02 | 0,76 | 0,69 | 0,13 | 2000 | 2000 |
| 9 | 40 | 155 | 225 | 1,14 | 1,02 | 0,76 | 0,69 | 0,13 | 1500 | 2000 |
| 10 | 35 | 125 | 180 | 0,76 | 0,69 | 0,51 | 0,46 | 0,10 | 1500 | 2000 |
| 11 | 35 | 135 | 195 | 0,76 | 0,69 | 0,51 | 0,46 | 0,10 | 1500 | 2000 |
| 12 | 40 | 150 | 175 | 0,76 | 0,69 | 0,38 | 0,33 | 0,10 | 1500 | 2000 |
| 13 | 45 | 165 | 190 | 0,76 | 0,69 | 0,38 | 0,33 | 0,10 | 1500 | 2000 |
| 14 | 45 | 175 | 205 | 0,76 | 0,69 | 0,38 | 0,33 | 0,10 | 1500 | 2000 |

Tabla 31. Requisitos para alambres y cables aislados
(Adoptada de NTC 1332)

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

Cuando se especifique un cable o alambre en mm², debe cumplir con los requisitos presentados en las tablas que se presentan a continuación:

| Área Nominal (mm ²) | Máxima resistencia del conductor en corriente continua a 20°C | | Área Nominal (mm ²) | Máxima resistencia del conductor en corriente continua a 20°C | |
|---------------------------------|---|---|---------------------------------|---|---|
| | Conductores circulares de cobre suave (Ω/km) | Conductores de aluminio, circulares o en cualquier otra forma. (Ω/km) | | Conductores circulares de cobre suave (Ω/km) | Conductores de aluminio, circulares o en cualquier otra forma. (Ω/km) |
| 0,5 | 36 | - | 35 | 0,524 | 0,868 |
| 0,75 | 24,5 | - | 50 | 0,387 | 0,641 |
| 1 | 18,1 | - | 70 | 0,268 | 0,443 |
| 1,5 | 12,1 | 18,1 ¹⁾ | 95 | 0,193 | 0,320 |
| 2,5 | 7,41 | 12,1 ¹⁾ | 120 | 0,153 | 0,253 |
| 4 | 4,61 | 7,41 ¹⁾ | 150 | 0,154 | 0,206 |
| 6 | 3,08 | 4,61 ¹⁾ | 185 | - | 0,164 |
| 10 | 1,83 | 3,08 ¹⁾ | 240 | - | 0,125 |
| 16 | 1,15 | 1,91 ¹⁾ | 300 | - | 0,100 |
| 25 | 0,727 ¹⁾ | 1,20 | | | |

Tabla 32. Requisitos Clase 1: Alambres.
(Adoptada de IEC 228)

Nota 1) Sólo se admiten conductores circulares.

| Área Nominal (mm ²) | Mínimo número de hilos en el conductor | | | | | | Máxima resistencia del conductor en corriente continua a 20°C | |
|---------------------------------|--|----|-------------------------------|----|-----------------------------------|----|---|--------------------------------|
| | Conductor circular no compactado | | Conductor circular compactado | | Conductor en cualquier otra forma | | Conductores de cobre suave (Ω/km) | Conductores de aluminio (Ω/km) |
| | Cu | Al | Cu | Al | Cu | Al | | |
| 0,5 | 7 | - | - | - | - | - | 36,0 | - |
| 0,75 | 7 | - | - | - | - | - | 24,5 | - |
| 1 | 7 | - | - | - | - | - | 18,1 | - |
| 1,5 | 7 | - | 6 | - | - | - | 12,1 | - |
| 2,5 | 7 | - | 6 | - | - | - | 7,41 | - |
| 4 | 7 | 7 | 6 | - | - | - | 4,61 | 7,41 |
| 6 | 7 | 7 | 6 | - | - | - | 3,08 | 4,61 |
| 10 | 7 | 7 | 6 | - | - | - | 1,83 | 3,08 |
| 16 | 7 | 7 | 6 | 6 | - | - | 1,15 | 1,91 |
| 25 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | 0,727 | 1,20 |
| 35 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | 0,524 | 0,868 |
| 50 | 19 | 19 | 6 | 6 | 6 | 6 | 0,387 | 0,641 |
| 70 | 19 | 19 | 12 | 12 | 12 | 12 | 0,268 | 0,443 |
| 95 | 19 | 19 | 15 | 15 | 15 | 15 | 0,193 | 0,320 |
| 120 | 37 | 37 | 18 | 15 | 18 | 15 | 0,153 | 0,253 |
| 150 | 37 | 37 | 18 | 15 | 18 | 15 | 0,124 | 0,206 |
| 185 | 37 | 37 | 30 | 30 | 30 | 30 | 0,0991 | 0,164 |
| 240 | 61 | 61 | 34 | 30 | 34 | 30 | 0,0754 | 0,125 |
| 300 | 61 | 61 | 34 | 30 | 34 | 30 | 0,0601 | 0,100 |
| 400 | 61 | 61 | 53 | 53 | 53 | 53 | 0,0470 | 0,0778 |
| 500 | 61 | 61 | 53 | 53 | 53 | 53 | 0,0366 | 0,0605 |
| 630 | 91 | 91 | 53 | 53 | 53 | 53 | 0,0283 | 0,0469 |
| 800 | 91 | 91 | 53 | 53 | - | - | 0,0221 | 0,0367 |
| 1000 | 91 | 91 | 53 | 53 | - | - | 0,0176 | 0,0291 |
| 1200 | 1) | | 1) | | - | - | 0,0151 | 0,0247 |
| 1400 | 1) | | 1) | | - | - | 0,0129 | 0,0212 |
| 1600 | 1) | | 1) | | - | - | 0,0113 | 0,0186 |
| 1800 | 1) | | 1) | | - | - | 0,0101 | 0,0165 |
| 2000 | 1) | | 1) | | - | - | 0,0090 | 0,0149 |

Tabla 33. Requisitos Clase 2: Cables.
(Adoptada de IEC 228)

Nota: 1) Mínimo número de hilos no especificado.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

1.1. Rotulado

Para efectos del presente reglamento, los cables o alambres aislados utilizados en baja tensión, deben ser rotulados en forma indeleble y legible, según criterio adoptado de la NTC-1332, con la siguiente información:

- Calibre del conductor en kcmil, AWG o mm².
- Material del que está hecho el conductor.
- Tipo de aislamiento. (TW, THW, THHN.)
- Tensión nominal (300V, 600V)
- Nombre del fabricante.
- Tipo de cableado (Alambre, cable).

Dicho rotulado deberá cumplir con las siguientes características:

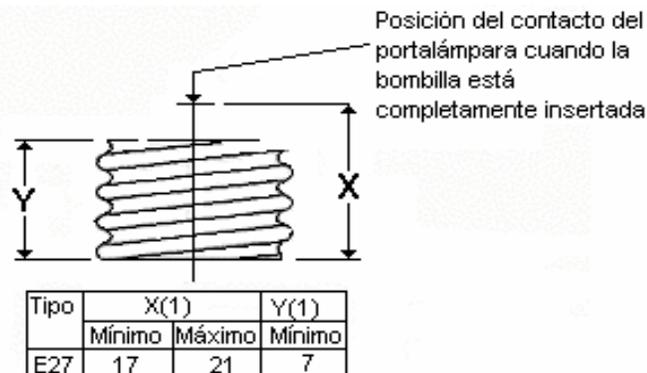
- El rótulo se debe repetir a intervalos no mayores de 63 cm.
- El rotulado se acepta en alto relieve o impreso con tinta indeleble, también se acepta en bajo relieve siempre y cuando no se reduzca el espesor de aislamiento por debajo del mínimo establecido en este reglamento.

2. Bombilla Incandescente y portalámparas

En consideración al uso masivo, a los diferentes accidentes que se pueden ocasionar y para prevenir prácticas que pueden inducir a error, esta sección del Reglamento Técnico aplica a las bombillas eléctricas de filamento de tungsteno para uso doméstico y usos similares de iluminación, con bulbo de vidrio en cualquiera de sus formas y acabados (blanco, claro y esmerilado) con potencia nominal entre 25 W y 200 W y tensión nominal entre 100 V y 250 V. No cubre las bombillas que tengan acabados de colores con propósitos decorativos y bombillas tipo luz día.

Para los efectos del presente Reglamento Técnico, las bombillas y los portalámparas deben cumplir los siguientes requisitos, adoptados de la norma IEC 64 y comprobados a partir del examen comparativo del producto contra los requisitos específicos aplicables establecidos en dicha norma:

- El casquillo de la bombilla y el portalámpara correspondiente deben tener las dimensiones y tolerancias indicadas en las siguientes figuras:



(1) Estas dimensiones deben verificarse con un calibrador con aproximación milimétrica.

Figura 16. Posición de la camisa roscada del portalámpara. Las dimensiones están en mm.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

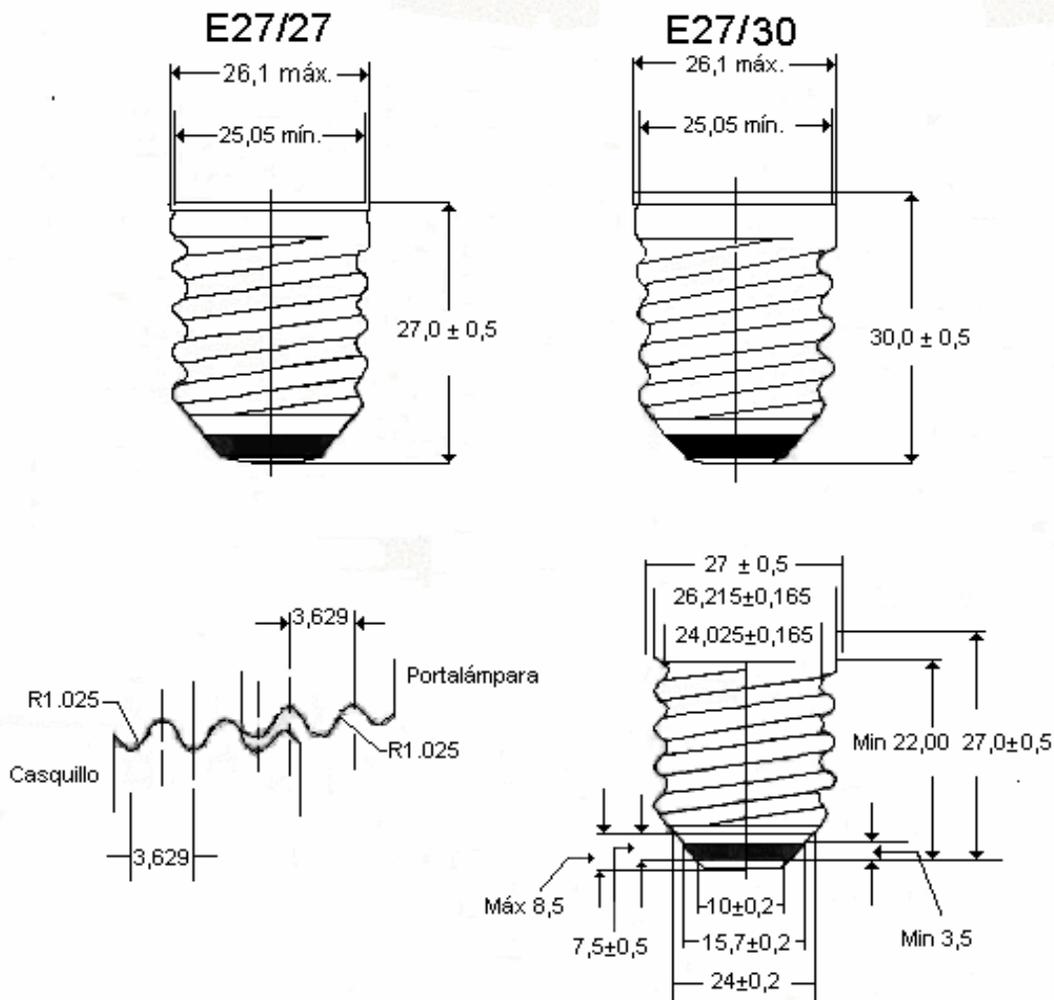


Figura 17. Dimensiones del casquillo de una bombilla en mm.

- El casquillo y el contacto eléctrico del portalámpara, deben ser de un material no ferroso y resistente a la corrosión.
- El casquillo no debe desprenderse del bulbo al aplicar un momento de torsión menor o igual a 3 N.m. Lo anterior se debe cumplir al inicio y al final del ensayo de su vida nominal. Se efectúa colocando la bombilla en un adaptador sujeto a una máquina o dispositivo medidor de torsión, de tal manera, que se pueda sujetar el bulbo para hacerlo girar lentamente hasta alcanzar como mínimo el valor de 3 N.m para el casquillo E27.
- Los portalámparas deben tener una resistencia mecánica para soportar una torsión de por lo menos 2,4 newtons metro, debida a la inserción de la bombilla.
- Cada bombilla, según su potencia y tensión debe garantizar un flujo luminoso nominal normal, acorde con la siguiente tabla:

| V | W | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|
| | 25 | 40 | 60 | 75 | 100 | 150 | 200 |
| 120 | 220 | 435 | 760 | 1.000 | 1.400 | 2.320 | 3.350 |
| 127 | 220 | 424 | 750 | 980 | 1.380 | 2.300 | 3.200 |
| 150 | 205 | 405 | 710 | 930 | 1.320 | 2.200 | 3.100 |
| 208 | 220 | 355 | 640 | 860 | 1.260 | 2.100 | 2.940 |
| 220 | 220 | 350 | 630 | 850 | 1.250 | 2.090 | 2.920 |
| 240 | 215 | 340 | 610 | 830 | 1.230 | 2.060 | 2.880 |

Tabla 34. Flujo luminoso nominal normal para bombillas incandescentes (lúmenes)

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

Para verificar el flujo luminoso de una bombilla, se utiliza un fotómetro integrador el cual se debe calibrar con una bombilla patrón. Este ensayo debe realizarse a la tensión nominal de la bombilla con una tolerancia de $\pm 1\%$. El valor del flujo luminoso inicial de cada bombilla, medido a su tensión nominal, no debe ser menor del 93% del valor del flujo luminoso nominal

Sobre el bulbo de la bombilla deben aparecer marcadas, indelebles y perfectamente legibles, como mínimo las siguientes indicaciones.

- Identificación del fabricante
- Tensión nominal en voltios (V)
- Potencia nominal en vatios (W)

Además de todas las anteriores en el empaque debe informarse el valor del flujo luminoso en lúmenes y la vida útil nominal en horas.

3. Cercas Eléctricas

Los siguientes requisitos para cercas eléctricas, adoptados de la norma IEC-60335-2-76 deben cumplirse por parte de los fabricantes nacionales, por los importadores, los distribuidores y por los instaladores.

Los generadores de pulsos o controladores para cercas eléctricas son de los pocos equipos que se han diseñado y construido para producir una electrocución. Afortunadamente, hasta ahora tienen un excelente registro de seguridad comparados con otros productos eléctricos más convencionales de uso doméstico.

3.1. Controlador

Los controladores deben cumplir los siguientes requisitos:

- La tensión máxima del circuito de alimentación no debe ser mayor a 250 V.
- La frecuencia de los pulsos no debe exceder un ciclo por segundo.
- La duración del pulso no debe exceder 10 ms para la carga nominal.
- En controladores de energía limitada, la energía por pulso no debe exceder de 5 J para la resistencia estándar de 500 Ω .
- Se permite el uso de controladores de corriente limitada, siempre y cuando se verifique en el equipo que la duración del pulso es menor de 0,1 ms y la corriente máxima es menor de 15,7 A, para la resistencia estándar de 500 Ω .

3.2. Requisitos de Instalación

- En condiciones normales de operación no debe generar riesgos a las personas o animales.
- Evitar que junto a las cercas eléctricas haya almacenamiento o ubicación de materiales combustibles para evitar incendios.
- Las cercas de púas o cortantes como la concertina, no deben ser energizadas por un controlador.
- Todo controlador debe tener un sistema de puesta a tierra. Si la resistividad del terreno es muy alta, se admite un cable de tierra paralelo con la cerca.
- Los controladores deben resistir las sobretensiones transitorias con origen en los rayos, que provengan desde la cerca o la red eléctrica.
- Las partes metálicas deben protegerse contra la corrosión.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

- La cerca no debe energizarse desde dos controladores diferentes o desde circuitos diferentes de un mismo controlador.
- El alambrado de toda cerca debe montarse sobre aisladores.
- Debe haber un mínimo de 2 m entre dos cercas diferentes, alimentadas con fuentes independientes.
- La cerca eléctrica debe estar mínimo a 2 m de distancia horizontal de la proyección en tierra del conductor exterior de una línea ≤ 1 kV y a mínimo 15 m de una línea > 1 kV (tensiones nominales).
- La altura de las cercas eléctricas en inmediaciones de líneas aéreas de energía no debe sobrepasar los 2 metros sobre el suelo.
- Toda cerca paralela a una vía pública deberá ser claramente identificada, mediante una placa de 10 cm x 20 cm con el anuncio "CUIDADO – CERCA ELECTRICA" con impresión indeleble, inscrita a ambos lados, las letras serán de al menos 2,5 cm, en color negro sobre fondo amarillo.

| TENSION DE LA RED (kV) | DISTANCIA DE SEGURIDAD (m) |
|------------------------|----------------------------|
| ≤ 1 | 3 |
| > 1 y ≤ 33 | 4 |
| > 33 | 8 |

Tabla 35. Distancias mínimas de seguridad de cercas eléctricas a circuitos de distribución

3.3. Rotulado

Los controladores deben ser marcados con:

- Tensión nominal
- Aviso de prevención para no conectarse a la red eléctrica, en los que operan con baterías.
- Duración de cada pulso.
- Energía máxima
- Resistencia tomada como estándar.
- Tiempo entre pulsos.

4. Cintas aislantes

Para efectos del presente Reglamento, las cintas aislantes deben cumplir los siguientes requisitos adoptados de la norma NTC-1023 comprobados a partir del examen comparativo del producto contra los requisitos específicos aplicables establecidos en tal norma:

Aplica a las cintas termoplásticas ya sean de PVC (policloruro de vinilo, copolimero de policloruro de vinilo y acetato de vinilo) o de polietileno, usadas como aislamiento eléctrico sobre empalmes de alambres y cables cuya temperatura no sea mayor de 80°C, para uso en instalaciones eléctricas hasta un nivel de tensión de 600 V.

4.1. Condiciones generales

- Cada uno de los rollos de cinta aislante debe estar exento de un efecto telescópico y de distorsión; los bordes de la cinta aislante deben ser rectos y continuos.
- Cuando sean desenrolladas, la superficie de la cinta debe conservarse lisa, uniforme, estar exenta de pegotes y de lugares desprovistos de adhesivos.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

- Las cintas aislantes usadas en instalaciones eléctricas exteriores deben ser de color negro y las cintas aislantes usadas en instalaciones interiores, pueden ser de cualquier color.
- La rigidez dieléctrica mínima debe ser de 7000 V para cintas de 0,18 mm de espesor y de 9000 V para cintas de 0,25 mm de espesor.
- El ancho de la cinta debe ser de 12 mm, 18 mm, 24 mm con tolerancias de 1 mm por encima y 0,1 mm por debajo.

4.2. Rotulado

Cada uno de los rollos de la cinta aislante o su empaque deben ir marcados de una manera clara e indeleble con la siguiente información:

- El nombre o la marca registrada del fabricante.
- Clase de cinta. PVC o PE y la leyenda "Aislante eléctrico".
- Largo y ancho nominales.
- La temperatura máxima de servicio (80°C).
- Cada embalaje debe llevar impresa la identificación del lote de producción o la fecha de fabricación.

5. Clavijas y Tomacorrientes

Para efectos del presente Reglamento, las clavijas y tomacorrientes deben cumplir los siguientes requisitos adoptados de las normas NTC-1650 e IEC-60884-1, comprobados a partir del examen comparativo del producto contra los requisitos específicos aplicables establecidos en tales normas:

- Los tomacorrientes instalados en lugares húmedos deben tener un grado de encerramiento IP (o su equivalente NEMA), adecuado para la aplicación y condiciones ambientales que se esperan.
- Para uso en intemperie, los interruptores deben tener un grado de encerramiento IP (o su equivalente NEMA), adecuado para la aplicación y condiciones ambientales que se esperan.
- Los contactos macho (clavija) y hembra (tomacorriente) deben ser diseñados y fabricados de tal forma que garanticen una correcta conexión eléctrica. La construcción debe ser tal que en condiciones de servicio no haya partes energizadas expuestas, excepto los contactos de conexión.
- Los tomacorrientes deben ser construidos de tal manera que no acepten una clavija con valores de tensión o capacidad de corriente mayor a aquellas para las cuales fueron diseñados, pero a la vez pueden aceptar clavijas de capacidades menores.
- Los tomacorrientes deben ser construidos con materiales que garanticen la permanencia de las características mecánicas, dieléctricas, térmicas y de flamabilidad del producto, sus componentes y accesorios, de modo que no exista la posibilidad de que como resultado del envejecimiento natural o del uso normal se altere su desempeño y se afecte la seguridad.
- Los tomacorrientes instalados en lugares húmedos deben tener una cubierta protectora a prueba de intemperie.
- Los tomacorrientes polarizados con polo a tierra deben tener claramente identificados los polos de las fases mediante letras, así como los terminales de neutro y tierra. En los

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

tomacorrientes monofásicos el terminal plano más corto debe ser el de la fase. Además, las conexiones a los conductores del alambrado del circuito correspondiente deben estar claramente diferenciadas para cada conductor.

- Los tomacorrientes deben poder realizar un número adecuado de ciclos de acuerdo con lo establecido en la norma técnica que le aplique, de modo que resistan sin desgaste excesivo u otro efecto perjudicial las tensiones mecánicas dieléctricas, térmicas y de flamabilidad que se presenten en la utilización normal esperada.
- Los tomacorrientes para uso general se deben especificar para capacidades nominales de 10, 15, 20, 30, 50 y 60 A, a tensiones de 125, 150 ó 250 V, con 2,3 ó 4 polos y conexión de puesta a tierra.
- La resistencia eléctrica entre el contacto macho de conexión a tierra de la clavija y el contacto hembra del tomacorriente no deberá exceder 50 miliohmios.
- Las partes destinadas a la conducción de corriente deben ser fabricadas en cobre, aluminio o sus aleaciones, pero nunca en materiales ferrosos. Se exceptúan de este requisito los tornillos, remaches o similares destinados solamente a la fijación mecánica de componentes o apriete de cables.
- La resistencia de aislamiento no debe ser menor de cinco megaohmios tanto para el tomacorriente como para la clavija, valor medido entre puntos eléctricos de diferente polaridad y entre estos y cualquier punto en el cuerpo del dispositivo.
- La conexión de los conductores eléctricos a los terminales de los tomacorrientes y clavijas debe ser lo suficientemente segura para evitar recalentamientos de los contactos.
- Para el rotulado las clavijas y tomacorrientes deben marcarse con las siguientes características:
 - Nombre del fabricante.
 - Corriente nominal en amperios (A).
 - Tensión nominal.
 - Marcación de las polaridades respectivas.
- Los tomacorrientes deben identificar el uso mediante los colores y marcaciones respectivas en el cuerpo del tomacorriente, preferiblemente, o en su tapa exterior. Los tomacorrientes con tierra aislada para conexión a equipo sensible no conectados a pacientes, deben identificarse con un triángulo de color naranja. Los tomacorrientes "Grado Hospitalario" deben tener como identificación un punto verde en su exterior. Los tomacorrientes tipo GFCI (Interruptor del Circuito de Falla a Tierra) deben indicar esta función en su acabado exterior.

6. Dispositivos de Protección contra Sobretensiones (DPS)

Todo equipo eléctrico de transmisión y distribución debe tener una protección contra sobretensiones transitorias, pues el impacto que tiene la pérdida de energía en grandes bloques, hace que sea indispensable instalar un dispositivo asociado a cada equipo, bien sea que se trate de transformadores, líneas, cables subterráneos, etc. Los dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias deben cumplir los siguientes requisitos mínimos:

- El nivel de tensión de protección donde se instale el DPS, debe ser menor o igual al 75% del BIL del equipo a proteger.
- En caso de explosión el material aislante no debe lanzar fragmentos capaces de hacer daño a las personas o equipos adyacentes, bien sea por medio de una válvula de sobrepresión o por la clase de materiales que se empleen.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

- Bajo ninguna condición, los materiales constitutivos del DPS deben entrar en ignición.
- El DPS no debe operar con frecuencia nominal del sistema, ni en condiciones de estado estable, ni en condiciones de sobretensiones temporales a esta frecuencia.

Para la instalación de un DPS se debe tener en cuenta que las distancias entre los bornes del mismo y los del equipo a proteger deben ser tales que la inductancia a alta frecuencia sea la menor posible; esto se logra con longitudes de cable muy cortas o con aumento de su sección.

En la siguiente figura se expone en forma gráfica el correcto montaje de los dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias (DPS). Se debe buscar siempre que la tensión residual del DPS (V_R) sea casi igual a la aplicada a la carga (V_C).

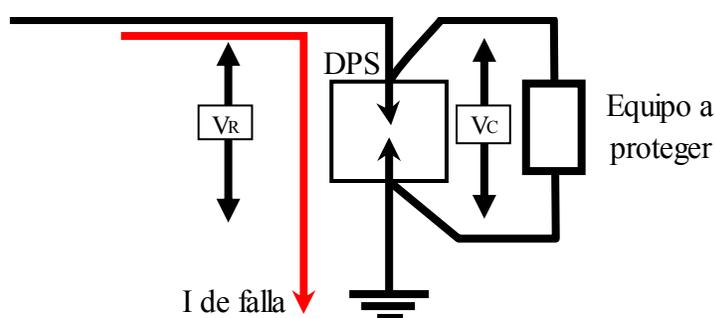


Figura 18. Montaje de los DPS

7. Interruptores de baja tensión

7.1. Interruptores manuales

Esta sección del Reglamento aplica a interruptores para propósitos generales, operados manualmente y con una tensión nominal no superior a 260 V (entre fases), una corriente nominal que no exceda los 63 A, destinados a instalaciones eléctricas fijas domésticas y similares tanto interiores como exteriores.

Para efectos del presente reglamento técnico, los interruptores deben cumplir las siguientes prescripciones, adoptadas de las normas NTC 1337 e IEC.60669-1, comprobables a partir del examen comparativo del producto contra los requisitos específicos aplicables establecidos en tales normas:

- Los interruptores para control de aparatos deben especificarse a la corriente y tensión nominales del equipo.
- Los interruptores deben instalarse en serie con los conductores de fase.
- No debe conectarse un interruptor de uso general en el conductor neutro.
- En ambientes especiales clasificados (peligrosos) deben usarse interruptores a prueba de explosión.
- La caja metálica que alberga al interruptor debe conectarse sólidamente a tierra.
- Las posiciones de encendido y apagado deben estar claramente indicadas en el cuerpo del interruptor.
- Los interruptores deben estar diseñados en forma tal que al ser instalados y cableados en su uso normal, las partes vivas no sean accesibles a las personas.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

- Las cubiertas o tapas metálicas se deben proteger mediante aislamiento adicional hecho por revestimientos o barreras aislantes.
- Para uso a la intemperie, los interruptores deben estar protegidos mediante encerramiento a prueba de intemperie.
- Los interruptores se deben diseñar y construir de manera que, en su utilización normal, su funcionamiento sea confiable y libre de peligro para el usuario y para su entorno.
- Los interruptores deben ser construidos con materiales que garanticen la permanencia de las características mecánicas, dieléctricas, térmicas y de flamabilidad del producto, sus componentes y accesorios, de modo que no exista la posibilidad que como resultado del envejecimiento natural o del uso normal se presenten alteraciones en su desempeño.
- Las distancias de aislamiento en aire no deben ser menores que los valores mostrados en la siguiente tabla. El cumplimiento de este requisito debe además garantizarse en el tiempo como resultado del uso normal del producto.

| DESCRIPCIÓN | DISTANCIA MÍNIMA (mm) |
|---|-----------------------------|
| 1. Entre partes bajo tensión que están separadas cuando los contactos están abiertos. | 3 |
| 2. Entre partes bajo tensión de polaridad diferente. | 3 |
| 3. Entre partes bajo tensión y partes de material aislante accesibles, partes metálicas puestas a tierra, marcos metálicos que soportan la base de los interruptores del tipo de incrustar, tornillos o dispositivos para ajustes de bases, cubiertas o placas de recubrimiento, partes metálicas del mecanismo (si se requiere que estén aisladas de las partes bajo tensión). | 3 |

Tabla 36. Distancias de aislamiento para interruptores manuales.

- Las partes aislantes de los interruptores, deben tener una resistencia de aislamiento mínima de 5 MΩ entre los polos y la carcasa con el interruptor en posición de encendido. No deben ser susceptibles de inflamarse y propagar el fuego, cuando las partes conductoras en condiciones de falla o sobrecarga alcancen temperaturas elevadas.
- Los interruptores deben realizar un número adecuado de ciclos definido por la norma técnica, bajo la corriente y tensión nominal de modo que resistan sin desgaste excesivo u otro efecto perjudicial las tensiones mecánicas, dieléctricas y térmicas que se presenten en la utilización esperada.
- Cada interruptor debe llevar en forma indeleble los siguientes datos:
 - Nombre del fabricante o marca comercial.
 - Tensión nominal de operación.
 - Corriente nominal a interrumpir.

7.2. Interruptores automáticos

Para efectos del presente Reglamento Técnico, los interruptores automáticos deben cumplir las siguientes prescripciones, adoptadas de las normas NTC 2116, NTC-IEC 947-2 y UL 489, comprobables a partir del examen comparativo del producto contra los requisitos específicos aplicables en tales normas:

7.2.1. Requisitos generales

- Un interruptor automático debe fijarse en una posición tal que al conectarse el circuito alimentador llegue al terminal de línea (terminal superior) y la salida se conecte a los terminales de carga.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

- Un interruptor automático debe tener unas especificaciones de corriente y tensión no menores a los valores nominales de los circuitos que controla.
- La distancia entre contactos debe ser mayor a 8 mm cuando está abierto el interruptor y debe tener alguna señalización que permita conocer el estado real de los contactos.
- El interruptor general de una instalación debe tener tanto protección térmica con un elemento bimetálico o dispositivo electrónico equivalente para la verificación del nivel de corriente, como protección magnética mediante la apertura de un contacto al superar un límite de corriente.
- El fabricante debe prever las curvas de disparo del interruptor para la selección del dispositivo y para la coordinación de protecciones con otros equipos automáticos de respaldo, ubicados estos siempre aguas arriba en la instalación.
- Los dispositivos de interrupción de corriente por fuga a tierra para protección de las personas contra contacto directo (conocidos como GFCI), deberán tener una corriente nominal diferencial menor o igual a 30 mA y su tiempo de operación deberá estar en concordancia con la Figura 1 del presente Reglamento.
- Los interruptores diferenciales contra riesgo de incendio, deberán tener una corriente nominal diferencial menor o igual a 300 mA, estos podrán ser de actuación instantánea o retardada.
- Los dispositivos de interrupción de corriente por fuga a tierra para protección de las personas contra electrocución y contra incendio, pueden ir incorporados en los interruptores automáticos o ubicados al lado del mismo formando un conjunto dentro del panel o tablero que los contiene.
- Debe instalarse protección contra falla a tierra de equipos, en acometidas eléctricas en estrella puestas a tierra sólidamente, con una tensión a tierra superior a 150 V, pero que no supere los 600 V entre fase. Para cada dispositivo de desconexión de la acometida de 1000 A nominales o más.
- Cada circuito ramal de un panel de distribución debe estar provisto de protección contra sobrecorriente.
- No se debe conectar permanentemente en el neutro de cualquier circuito, un dispositivo contra sobrecorriente, a menos que la apertura del dispositivo abra simultáneamente todos los conductores de ese circuito.
- No será necesaria protección de los conductores contra sobrecarga cuando el arco producido por la apertura del interruptor genere un riesgo. Por ejemplo las bombas contra incendio, deben llevar protección contra cortocircuitos, pero no contra sobrecarga.
- Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben ser fácilmente accesibles.

7.2.2. Diseño mecánico

- Los contactos móviles de todos los polos de los interruptores multipolares deben estar acoplados mecánicamente de tal modo que todos los polos abran y cierren conjuntamente, bien sea manual o automáticamente, incluso si la sobrecarga se presenta solamente en un polo protegido.
- Los interruptores deben tener un mecanismo de disparo libre.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

- Los interruptores deben estar contruidos de tal manera que las partes móviles sólo puedan descansar en la posición cerrada o en la posición abierta, incluso cuando el elemento de maniobra se libere en una posición intermedia.
- Los interruptores deben estar provistos de elementos que indiquen la posición cerrada y la posición abierta; tales elementos deben ser fácilmente visibles desde el frente del interruptor cuando este último tenga su placa o tapa de recubrimiento, si la hubiese. Para los interruptores cuyo elemento de maniobra se libere en una posición intermedia, tal posición deberá marcarse claramente para indicar que el interruptor se ha disparado.
- Las partes exteriores de los interruptores automáticos, hechas en material aislante, no deben ser susceptibles de inflamarse y propagar el fuego, cuando las partes conductores en condiciones de falla o sobrecarga alcancen temperaturas elevadas.
- Los interruptores automáticos deben realizar un número adecuado de ciclos definido por la norma técnica, bajo la corriente y tensión nominal de modo que resistan sin desgaste excesivo y otro efecto perjudicial las tensiones mecánicas, dieléctricas y térmicas que se presenten en la utilización esperada.
- Los interruptores automáticos deben ser contruidos con materiales que garanticen la permanencia de las características mecánicas, dieléctricas, térmicas y de flamabilidad del producto, sus componentes y accesorios, de modo que no exista la posibilidad de que como resultado del envejecimiento natural o del uso normal se altere su desempeño y se afecte la seguridad.

7.2.3. Rotulado

La siguiente información debe estar disponible para el usuario bien sea mediante el rotulado del dispositivo, en el empaque o en el catálogo:

a) El interruptor automático debe ser marcado sobre el mismo dispositivo de manera permanente y legible con los siguientes datos:

- Nombre del fabricante o marca comercial
- Corriente nominal.
- Indicación de las posiciones de abierto y cerrado.
- Tensión de operación nominal.
- Capacidad de interrupción de cortocircuito, para cada valor de tensión nominal
- Terminales de línea y carga.

b) La información que debe estar disponible para el usuario en el catálogo es:

- Apropiado como seccionador, si es aplicable.
- Designación del tipo o número serial.
- Frecuencia nominal, si el interruptor se ha diseñado para una sola frecuencia.
- Especificar instrucciones para instalación, operación y mantenimiento.
- Temperatura de referencia para dispositivos no compensados, si aquella es diferente a 30 °C.
- Número de polos
- Tensión nominal del aislamiento.
- Indicar la corriente de cortocircuito. Es expresada como la máxima corriente pico esperada.

8. Motores y Generadores

En esta sección del Reglamento se especifican los requisitos que deben cumplir las máquinas rotativas, con el objeto de evitar los accidentes que se pueden ocasionar y las prácticas que pueden inducir a error. Se deben cumplir para las máquinas eléctricas rotativas nuevas, reparadas o reconstruidas. Estos criterios fueron adoptados de la NTC 2805:

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

- En lugares clasificados como peligrosos se deben utilizar motores aprobados para uso en estos lugares.
- Se debe conservar la posición de trabajo de la máquina (horizontal o vertical) indicada por el fabricante.
- En el caso de generadores, se debe contar con protección contra sobrevelocidad y protección contra sobrecorrientes.
- Las carcasas de las máquinas eléctricas rotativas deben ser sólidamente conectadas a tierra.
- Queda totalmente prohibida la utilización de motores abiertos en puntos accesibles a personas o animales.
- Se debe derratear la capacidad de la máquina por altura sobre el nivel del mar.
- El fabricante debe dar al usuario las indicaciones y recomendaciones mínimas de montaje y mantenimiento de la máquina, además de la información del tipo de motor (estándar, de alto rendimiento, etc.).

8.1. Rotulado

Toda máquina eléctrica debe estar provista de una o varias placas de características. Las placas se deben elaborar en un material durable, legible, con letras indelebles, se deben instalar en un sitio visible y de manera que no sea removible.

Si la máquina eléctrica está incorporada en un equipo, que no permita la libre observación de la placa, el fabricante debe suministrar una segunda placa para ser fijada en un lugar visible. En todos los casos, la placa de características debe incluir las indicaciones de la siguiente lista, siempre que ellas sean aplicables:

- Tensión nominal o intervalo de tensiones nominales.
- Para las máquinas de corriente alterna, la frecuencia nominal o intervalo de frecuencias nominales.
- Corriente nominal.
- Corriente de arranque.
- Potencia nominal.
- Rendimiento de la máquina.
- Nombre del fabricante o marca.
- Velocidad nominal o intervalo de velocidades nominales.
- Número de serie del fabricante o marca de identificación.
- Información que permita identificar el año de fabricación.
- Código de la máquina del fabricante.
- Para las máquinas de corriente alterna, el número de fases.
- Referencia numérica de las normas aplicadas y de características de funcionamiento que sean aplicables.
- Grado o clase de protección de los encerramientos.
- Clasificación térmica o calentamiento admisible (Temperatura exterior máxima nominal).
- Clase de régimen nominal de tensión. Si es un intervalo entre tensión A y tensión B, debe marcarse A-B. Si es para doble tensión debe marcarse como A/B.
- Para las máquinas de corriente alterna trifásica con más de tres puntos de conexión, instrucciones de conexión por medio de un esquema.
- Sobrevelocidad admisible.
- Para las máquinas de corriente continua con excitación independiente o con excitación en derivación y para las máquinas sincrónicas, la tensión de excitación nominal y la corriente de excitación nominal.
- Para las máquinas de corriente alterna, el factor de potencia nominal.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

- Para las máquinas de inducción con rotor bobinado, la tensión entre anillos de circuito abierto y corriente nominal del rotor.
- Para los motores de corriente continua cuyo inducido esté previsto para tener suministro mediante convertidores estáticos de potencia, el código de identificación del convertidor estático de potencia.
- Para motores que no sobrepasen los 5 kW, el factor de forma nominal y tensión alterna nominal en los bornes de entrada del convertidor estático de potencia, si ésta es superior a la tensión directa nominal del circuito de inducido del motor.
- Temperatura ambiente máxima admisible.
- Temperatura ambiente mínima admisible.
- Altura sobre el nivel del mar para la cual está diseñada la máquina.
- Para las máquinas enfriadas por hidrógeno, presión del hidrógeno a la potencia nominal.
- Masa total de la máquina en kg.
- Sentido de rotación indicado por una flecha.
- Torque de operación y torque de arranque.
- Posición de trabajo (Vertical u horizontal).

Si una persona distinta del fabricante repara o modifica parcial o totalmente el devanado de una máquina o cualquier otro de sus componentes, se debe suministrar una placa adicional para indicar el nombre del reparador, el año de reparación y las modificaciones efectuadas.

9. Tableros Eléctricos

Para efectos del presente Reglamento Técnico, todos los tableros eléctricos o los paneles de maniobra y control, deben cumplir las siguientes prescripciones, adoptadas de las normas NTC 3475, NTC-3278, NTC-IEC-60439-3 y NTC 2050 comprobables a partir del examen comparativo del producto contra los requisitos específicos aplicables establecidos en tales normas.

Un tablero general de acometidas autosoportado (tipo armario), debe ser construido en lámina de acero y reforzado con perfiles angulares en cada esquina, puede tener instrumentos de medida de corriente para cada una de las fases y de tensión entre fases y entre fase y neutro (con o sin selector), así como lámparas de indicación de funcionamiento del sistema (normal o emergencia). Su espesor y acabado deben resistir los esfuerzos mecánicos, eléctricos y térmicos, así como los efectos de la humedad. También deben tener protección contra la corrosión.

Tanto el cofre como su tapa deben ser del mismo material metálico y deben pintarse; debe tener bisagras para facilitar su cierre. Los compuestos utilizados para la elaboración de las pinturas a emplearse no deben tener en su composición química TGIC (triglicidilisocianurato).

9.1. Partes conductoras de corriente

Toda parte conductora de corriente debe ser rígida y construida en plata, una aleación de plata, cobre, aleación de cobre, aluminio, u otro metal que se haya comprobado útil para esta aplicación. No se debe utilizar el hierro o el acero en una parte que debe conducir corriente.

Para asegurar los conectores de presión y los barrajes se deben utilizar tornillos de acero, tuercas y clavijas de conexión. El cobre y el latón no son aceptables para recubrir tornillos de soporte, tuercas y terminales de clavija de conexión, pero se acepta un revestimiento de cadmio, cinc, estaño o plata. Todo terminal debe llevar tornillos de soporte de acero en conexión con una placa terminal no ferrosa.

La capacidad de corriente de los barrajes de fase no debe ser menor que la de los conductores del alimentador del tablero, debidamente proyectada. Todos los barrajes, incluido el del neutro se deben montar sobre aisladores.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

La disposición de las fases de los barrajes en los tableros trifásicos, debe ser A, B, C, tomada desde el frente hasta la parte posterior; de la parte superior a la inferior, o de izquierda a derecha, vista desde el frente del tablero.

Todas las partes externas del panel deben ser puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales se deben identificar con el símbolo de puesta a tierra.

Todos los elementos internos que soportan equipos eléctricos deben estar en condiciones de resistir los esfuerzos electrodinámicos producidos por las corrientes de falla del sistema. Las dimensiones, encerramientos y barreras deben permitir espacio suficiente para alojamiento de los terminales y curvaturas de los cables.

Las partes fabricadas con materiales aislantes serán resistentes al calor, al fuego, y a la aparición de caminos de fuga. La puerta o barrera que cubre los interruptores automáticos debe permitir su desmonte dejando puntos eléctricos al alcance (contacto directo) solamente mediante el uso de una herramienta.

9.2. Terminales de alambrado

Un terminal, tal como un conector de alambre a presión o un tornillo de sujeción, debe encargarse de la conexión de cada conductor diseñado para instalarse en el tablero en campo y debe ser del mismo tipo como el usado durante los ensayos de cortocircuito.

Cada circuito de derivación debe disponer de un terminal de salida para la conexión de los conductores de neutro o tierra requeridos.

El fabricante debe indicar las características físicas, eléctricas y mecánicas correspondientes del tablero de acuerdo con el uso recomendado.

Debe indicarse la tensión de trabajo del tablero y la capacidad de corriente de los barrajes de las fases, el neutro y la tierra.

Debe proveerse un barraje aislado para los conductores neutros del circuito alimentador y los circuitos derivados.

La capacidad de interrupción del totalizador del tablero, debe ser al menos del mismo valor que la capacidad de los interruptores que protegen los circuitos derivados

No se permite la unión de varios terminales eléctricos mediante cable o alambres para simular barrajes en aplicaciones tanto de fuerza como de control. Sin embargo, para el caso de circuitos de control estas conexiones equipotenciales se podrán lograr mediante barrajes del tipo "peine".

El tablero debe conectarse a tierra mediante un barraje terminal para el cable del alimentador. Dicho barraje deberá tener suficientes terminales de salida para los circuitos derivados.

9.3. Rotulado e Instructivos.

Un tablero debe tener identificada de manera clara y permanente la siguiente información, en una placa de características técnicas:

- Tensión(es) nominal(es) de operación.
- Tensión(es) nominal(es) de aislamiento.
- Tensión(es) de ensayo dieléctrico.
- Número de fases.
- Número de hilos (incluyendo tierras y neutros).
- Capacidad de resistencia al cortocircuito.
- Nombre del fabricante o marca.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE

- Grado de protección o tipo de encerramiento

Además, se debe incluir la siguiente información:

- El tipo de ambiente para el que fue diseñado en caso de ser especial (corrosivo, intemperie o áreas explosivas).
- Diagrama unifilar del tablero, en caso de que este último tenga más de una fase.
- Placa de características.
- Rotulado para la identificación de los circuitos individuales.
- Instrucciones para instalación, operación y mantenimiento.

10.Transformadores de distribución y de potencia

Para los efectos del presente Reglamento Técnico, los transformadores nuevos, reparados o reconstruidos, deben cumplir con los siguientes requisitos:

- El tanque, el gabinete, el neutro y el núcleo, deben estar sólidamente conectados a tierra, mediante un barraje equipotencial de acero inoxidable o de cobre, equipado con tornillos de acero inoxidable, según la potencia del transformador y dado por la siguiente tabla, según criterio adoptado de la NTC 3607.

| Potencia del transformador (kVA) | Sección mínima del tornillo (mm ²) | Área mínima del barraje (mm ²) |
|----------------------------------|--|--|
| <2000 | 125 | No aplica |
| 2000-5000 | 125 | 1667 |
| 5000-10000 | 313 | 3906 |

Tabla 37. Barrajes de tierra - Transformadores.

- Los transformadores que tengan cambiador o conmutador de derivación, deben tener dos avisos, uno de "Peligro no operar" y otro de "para operación sin tensión" o "para operación con el transformador desenergizado", salvo que el equipo lo permita con carga.
- Todo transformador con bobinados sumergidos en líquido refrigerante, debe tener un dispositivo de alivio de sobrepresión, tal como una válvula de sobrepresión que sea fácilmente reemplazable, colocada en la pared del tanque sobre el nivel máximo alcanzado por el líquido, el cual opera a una presión inferior a la máxima soportada por el tanque; dicho dispositivo no debe abrirse en los rangos de operación nominal, según criterio adoptado de la NTC-3609.
- Para transformadores desde 5 kVA a 167,5 kVA monofásicos y de 15 kVA a 150 kVA trifásicos, con tensiones nominales menores o iguales a 15 kV, los tanques de los transformadores deben ser lo suficientemente resistentes para soportar una presión manométrica de 48,99 kPa sin deformación permanente y de 103,5 kPa sin romperse, según criterios adoptados de la NTC-3609.
- Los transformadores de distribución con bobinados sumergidos en líquido refrigerante, deben poseer un dispositivo para levantarlos o izarlos, el cual debe ser diseñado para proveer un factor de seguridad mínimo de 5, definido como la relación del esfuerzo último con el esfuerzo de trabajo del material usado. El esfuerzo de trabajo es el máximo esfuerzo combinado, desarrollado en los dispositivos del levantamiento por la carga estática del transformador completamente ensamblado, según criterio tomado de la NTC - 3609.
- Los dispositivos de soporte para colgar en poste, deben ser diseñados para proveer un factor de seguridad de 5, cuando el transformador es soportado en un plano vertical únicamente desde el dispositivo superior, según criterio tomado de la NTC - 3609.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

- En las subestaciones tipo pedestal, cuando en condiciones normales de operación se prevea que la temperatura exterior del cubículo supere los 45°C, debe instalarse una barrera de protección para evitar riesgos asociados a dicha temperatura y colocarse avisos que indiquen la existencia de una “superficie caliente”. Si el transformador posee una protección que garantice el corte o desenergización cuando exista una sobretemperatura, quedará eximido de dicha barrera.
- Para los transformadores instalados dentro de edificaciones, se declara de obligatorio cumplimiento la sección 450 de la NTC 2050 del 25 de noviembre de 1998 (Código Eléctrico Colombiano).
- El local para las subestaciones dentro de edificaciones, se debe ubicar en un sitio de fácil acceso desde el exterior con el fin de facilitar tanto al personal calificado las labores de mantenimiento, revisión e inspección, como a los vehículos que transportan los equipos.
- Los locales ubicados en semisótanos y sótanos, con el techo debajo de antejardines y paredes que limiten con muros de contención, deben ser debidamente impermeabilizados para evitar humedad y oxidación.
- En las zonas adyacentes a la subestación no deben almacenarse combustibles.
- En las subestaciones está prohibido que crucen canalizaciones de agua, gas natural, aire comprimido, gases industriales o combustibles, excepto las tuberías de extinción de incendios.
- Las subestaciones a nivel de piso, deben tener una placa en la entrada con el símbolo de “Peligro Alta Tensión” y con puerta de acceso hacia la calle, preferiblemente.
- Los transformadores refrigerados en aceite no deben ser instalados en niveles o pisos que estén por encima de sitios de habitación, oficinas y en general lugares destinados a ocupación permanente de personas.
- Cuando un transformador requiera instalación en bóveda, esta debe construirse con materiales que ofrezcan una resistencia al fuego de mínimo tres horas.
- El fabricante debe entregar al usuario las indicaciones y recomendaciones mínimas de montaje y mantenimiento del transformador.
- Todo transformador debe estar provisto de una placa de características, fabricada de material resistente a la corrosión, fijada en lugar visible y que contenga la indicaciones de la siguiente lista, siempre que ellas sean aplicables y según criterio adoptado de la NTC -618:
 - Nombre o razón social del fabricante.
 - Número de serie dado por el fabricante.
 - Año de fabricación.
 - Clase de transformador.
 - Número de fases.
 - Diagrama fasorial.
 - Frecuencia nominal.
 - Tensiones nominales, número de derivaciones.
 - Corrientes nominales.
 - Corriente de cortocircuito simétrica.
 - Duración del cortocircuito simétrico máximo permisible.
 - Corriente de magnetización.
 - Impedancia de cortocircuito
 - Métodos de refrigeración.
 - Potencia nominal para cada método de refrigeración.
 - Grupo de conexión.
 - Diagrama de conexiones.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

- Clase de aislamiento.
 - Líquido aislante.
 - Volumen del líquido aislante.
 - Peso total en kilogramos
 - Nivel básico de aislamiento de cada devanado, BIL.
- Las inscripciones sobre la placa de características deben ser indelebles y legibles.
- Si una persona distinta del fabricante repara o modifica parcial o totalmente el devanado de un transformador o cualquier otro de sus componentes, se debe suministrar una placa adicional para indicar el nombre del reparador, el año de reparación y las modificaciones efectuadas.

11. Tubería para instalaciones eléctricas

Las tuberías para instalaciones eléctricas, además de lo contenido el Capítulo 3 de la NTC 2050 del 25 de noviembre de 1998, deben cumplir los siguientes requisitos:

En ambientes corrosivos, con humedad permanente o bajo tierra, no se aceptan tuberías eléctricas metálicas que no estén apropiadamente protegidas contra la corrosión.

En inmuebles de más de tres pisos, las tuberías eléctricas no metálicas flexibles deben ir ocultas dentro de cielorasos, pisos, muros o techos, siempre y cuando los materiales constructivos usados tengan una resistencia al fuego de mínimo 15 minutos. No se acepta el uso de tubería eléctrica de PVC, de otros materiales inflamables o que produzcan gases tóxicos con el aumento de temperatura, para instalaciones a la vista.

No se permite el uso de tubería eléctrica no metálica flexible como soporte de aparatos, enterrada directamente en el piso, para tensiones mayores de 600 V y para conductores cuyos límites de temperatura de aislamiento excedan aquellos para los cuales se certifica la tubería.

No debe instalarse tubería eléctrica no metálica en lugares expuestos a golpes o a la luz solar directa, si ésta no está certificada para ser utilizada en tales condiciones y tipo de aplicación.

No se permite el uso de canalizaciones superficiales no metálicas (canaletas no metálicas) en instalaciones ocultas, donde estén sujetas a severo daño físico, en los espacios vacíos de ascensores, en ambientes con temperaturas superiores a las de la canalización y para conductores cuyos límites de temperatura de aislamiento excedan aquellos para los cuales se certifica la tubería.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

CAPÍTULO III

REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL PROCESO DE GENERACIÓN

Central o planta de generación es el conjunto de instalaciones que contienen máquinas, generadores, motores, aparatos de control, maniobra, protección y medida, que sirven para la producción de energía eléctrica, distintas a las consideradas como plantas de emergencia.

Para efectos del presente Reglamento una central de generación por tener implícitos los procesos de transmisión, transformación, distribución y utilización, debe cumplir con los requisitos de cada proceso. Los requisitos de este capítulo son de obligatorio cumplimiento y deben ser tomados como complementarios de los contenidos en los demás capítulos del Reglamento Técnico.

Las disposiciones que aparecen a continuación, son de obligatoria aplicación en todo el territorio colombiano y deben ser cumplidas por los generadores que operen en el país.

Artículo 18°. EDIFICACIONES

El edificio destinado a la central eléctrica será independiente a toda construcción dedicada a otros usos.

Queda terminantemente prohibido el empleo de materiales combustibles en las proximidades de las canalizaciones y de las máquinas o equipos bajo tensión, permitiéndose su utilización siempre y cuando estén alejados de la parte en tensión o debidamente protegidos (por ejemplo en instalaciones con plantas diesel).

En el centro de control de la planta debe disponerse de un mímico que represente el diagrama unifilar de la central y de sus líneas de transmisión asociadas, el cual debe ir sobre paneles o en pantallas de computador y cerca de los centros de mando.

Los puente grúas que se tengan para maniobrar los elementos en las centrales deberán estar provistos de limitadores de recorrido, tanto en el sentido de traslación como de elevación y deberá señalizarse la altura disponible de elevación y el peso máximo. Además, deberá disponer de un indicador sonoro con el fin de avisar al personal de operación cuando éste se encuentre en movimiento de traslación.

Las compuertas de captación de la central hidráulica deberán tener un sistema de control automático y además un control manual mecánico para la apertura o al cierre según sea el caso. En las plantas que poseen chimeneas de alturas mayores de 25 m, éstas deben pintarse con los requerimientos de la señalización aeronáutica. En las proximidades de partes bajo tensión o de máquinas en movimiento, se prohíbe el uso de pavimentos excesivamente pulidos y el montaje de escaleras estrechas. Se debe evitar la construcción de depósitos de agua en el interior de las centrales en las zonas próximas a las instalaciones de alta tensión.

En los cuartos de baterías no deben existir vapores de alcohol, amoniaco, ácido acético, clorhídrico, nítrico o residuos volátiles y dichos cuartos no deben tener comunicación directa con el centro de control. Estos cuartos deben ser secos, bien ventilados y sin estar sujetos a vibraciones perjudiciales que puedan originar desprendimientos de gases y desgastes prematuros, se debe disponer además de un dispositivo para lavado de ojos en caso de emergencia.

Para edificaciones en caverna se deben utilizar transformadores tipo seco para los sistemas de servicios auxiliares y en general sistemas de baja tensión. Los pasillos de gran longitud y en general donde exista la posibilidad de producirse arcos eléctricos, deben tener dos accesos como mínimo.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

Todos los circuitos de baja tensión situados en las proximidades de máquinas, aparatos u otros circuitos de alta tensión que no estén protegidos en forma que sea prácticamente imposible un contacto entre ellos, serán considerados como pertenecientes a instalaciones de alta tensión.

Las canalizaciones eléctricas no se deben instalar en las proximidades de tuberías de calefacción, de conducciones de vapor y en general de lugares de temperatura elevada y de ventilación defectuosa. El cableado deberá estar ordenado, amarrado y con sus circuitos debidamente identificados en todas las canaletas. Los cables deben tener un aislamiento en material auto extingible o con retardante de llama.

La iluminación en la central y en las subestaciones debe ser uniforme, evitando en especial el deslumbramiento en las zonas de lectura de tableros, los valores de iluminancia deben ser tomados de la Tabla 25, Art. 16, Capítulo II. No deberán usarse luminarias de sodio de alta presión en zonas donde sea necesario realizar trabajos en los cuales se requiera identificar colores de cables.

En las centrales que exijan personal operando permanentemente, debe disponerse de un alumbrado de emergencia que provenga de una fuente diferente al alumbrado normal. Cada lámpara de este sistema debe tener una autonomía de 90 minutos.

Todos los lugares de circulación de personas, tales como accesos, salas, pasillos, etc., deben estar libres de objetos que puedan dar lugar a accidentes o interrumpen visiblemente la salida en casos de emergencia. Las rutas de evacuación deberán estar debidamente demarcadas con avisos y señales de salida que sean luminosas, conectadas al circuito de emergencia de la central.

Toda central de generación debe tener un sistema automático de extinción de incendios y un plan de emergencias. Para evitar los peligros que pudieran originar el incendio del aceite de un transformador o un interruptor, se debe construir un foso o sumidero en el que se colocarán varias capas de gravilla que servirán como filtro y para ahogar la combustión del aceite.

Los transformadores de potencia ubicados al interior de la casa de máquinas o en la subestación, deberán ser instalados en celdas diseñadas con muros y puertas antiexplosión. Cada celda deberá tener un sistema automático de extinción de incendio y además un sistema de renovación de aire por medio de una unidad manejadora.

Las conducciones de gas deben ir siempre alejadas de las canalizaciones eléctricas. Queda prohibido la colocación de ambas conducciones en un mismo ducto o banco de ductos. En áreas que se comuniquen con tuberías donde se presente acumulación de gas metano es obligatorio el uso de equipos a prueba de explosión.

Las centrales de generación deben cumplir con los límites de emisiones establecidos por las autoridades ambientales.

Artículo 19°. DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Para los efectos del presente Reglamento Técnico las centrales de generación deben cumplir las distancias de seguridad establecidas en el Capítulo II.

Artículo 20°. PUESTAS A TIERRA

Para los efectos del presente Reglamento Técnico y con el fin garantizar la seguridad del personal en las centrales de generación, se deben cumplir los criterios establecidos en el Capítulo II, Artículo 15°.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

CAPÍTULO IV

REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL PROCESO DE TRANSMISIÓN

Para los efectos de seguridad que se buscan con el presente Reglamento, se considera transmisión a la transferencia de energía eléctrica en tensiones iguales o mayores a 57,5 kV y no se debe relacionar con aspectos de tipo comercial o de calidad del servicio. Las disposiciones contenidas en el presente capítulo se refieren a las prescripciones técnicas que deben cumplir las líneas eléctricas aéreas de alta tensión de corriente alterna trifásica a 60 Hz de frecuencia nominal.

Los sistemas de transmisión entregan la energía desde las plantas generadoras a las subestaciones y a grandes instalaciones industriales desde las cuales los sistemas de distribución proporcionan el servicio a las zonas residenciales y comerciales. Los sistemas de transmisión también sirven para interconectar plantas de generación, permitiendo el intercambio de energía, cuando las plantas generadoras están fuera de servicio por haber sufrido un daño o por reparaciones de rutina.

Los requisitos de este capítulo son de obligatorio cumplimiento y deben ser tomados como complementarios de los contenidos en los otros capítulos del presente Reglamento Técnico.

Las disposiciones que aparecen a continuación, son de aplicación en todo el territorio Colombiano y deben ser cumplidas por las empresas de transmisión de energía que operen en el País.

Las disposiciones contenidas en el presente Reglamento se refieren a las prescripciones técnicas mínimas que deben cumplir las líneas eléctricas aéreas de alta tensión. Aquellas líneas en las que se prevea utilizar otros sistemas de transmisión de energía (corriente continua o cables subterráneos o corriente alterna monofásica o polifásica) deben ser objeto de una justificación especial ante el Ministerio de Minas y Energía o la entidad que éste determine y se deben adaptar a las prescripciones y principios básicos del presente Reglamento y a las particulares para cada caso.

Artículo 21°. DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Para los efectos del presente Reglamento Técnico las líneas aéreas de transmisión deben cumplir las distancias de seguridad establecidas en el Capítulo II.

Artículo 22°. ZONAS DE SERVIDUMBRE

Toda línea de transmisión con tensión nominal igual o mayor a 57,5 kV, debe tener una zona de servidumbre, también conocida como zona de seguridad o derecho de vía.

La zona de servidumbre de una línea de alta y extra alta tensión, es una franja de terreno que se debe dejar a lo largo de la línea para garantizar que bajo ninguna circunstancia se presenten accidentes con personas o animales, en cuanto a contactos directos e indirectos; además alrededor de una línea que transporta energía eléctrica se forma un campo electromagnético que depende del nivel de tensión, el cual no debe causar perturbaciones al medio ambiente circundante y menos a quienes lo habitan en la cercanía.

Dentro de la zona de servidumbre se debe impedir la siembra de árboles o arbustos que con el transcurrir del tiempo alcancen a las líneas y se constituyan en un peligro para ellas.

Bajo ninguna circunstancia se debe permitir la construcción de edificaciones o estructuras en la zona de servidumbre, puesto que se genera un alto riesgo para la edificación y para quienes la ocupan. En los planes de ordenamiento territorial se debe tener en cuenta esta

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

limitación en el uso del suelo. Las autoridades encargadas de su vigilancia, deben denunciar las violaciones a estas prohibiciones.

Una empresa distribuidora local puede negar el servicio público domiciliario de energía eléctrica a una construcción que esté invadiendo una zona de servidumbre, por considerarse como zona de alto riesgo.

Para efectos del presente reglamento y de acuerdo con las tensiones normalizadas en el país, en la Tabla 38 se fijan los valores mínimos requeridos en el ancho de la zona de servidumbre, cuyo centro es el eje de la línea.

| TIPO DE ESTRUCTURA | TENSIÓN (kV) | ANCHO MÍNIMO (m) |
|--------------------|------------------|------------------|
| TORRES | 500 | 60 |
| TORRES | 220/230 (2 ctos) | 32 |
| | 220/230 (1 cto) | 30 |
| POSTES | 220/230 (2 ctos) | 30 |
| | 220/230 (1 cto) | 28 |
| TORRES | 110/115 (2 ctos) | 20 |
| | 110/115 (1 cto) | 20 |
| POSTES | 110/115 (2 ctos) | 15 |
| | 110/115 (1 cto) | 15 |
| Torres/postes | 57,5/66 | 15 |

Tabla 38. Ancho de la zona de servidumbre.

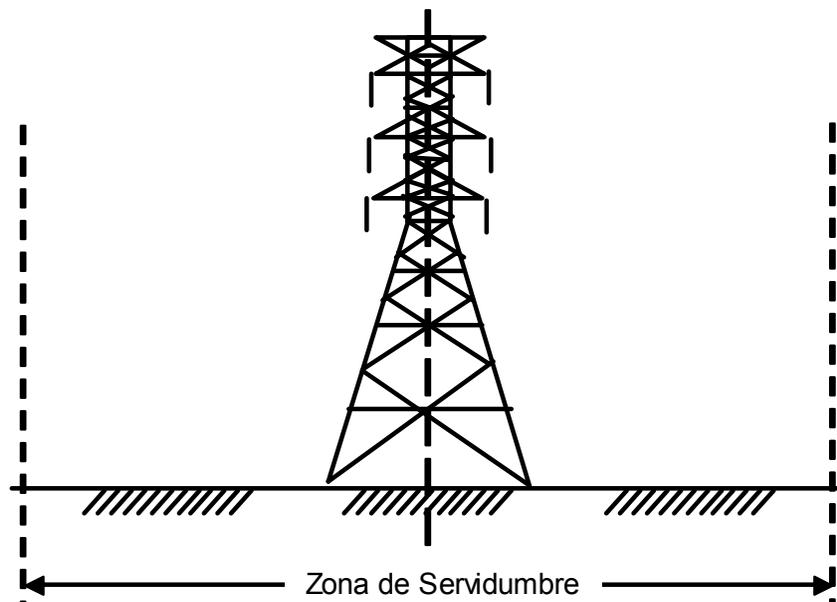


Figura 19. Ancho de la zona de servidumbre.

Para líneas de transmisión con tensión nominal menor o igual a 115 kV, que crucen zonas urbanas y para la cuales no se puede dejar la zona de servidumbre, deben cumplirse las distancias de seguridad horizontales establecidas en la Tabla 15 y Figura 5.

Artículo 23°. AISLAMIENTO

Para el aislamiento se debe seguir lo establecido en la Resolución 098/2000 de la CREG, a continuación se toman algunos apartes:

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

- El dimensionamiento eléctrico de las estructuras se debe definir mediante combinación de las distancias mínimas correspondientes a las sobretensiones debidas a descargas atmosféricas, a las sobretensiones de maniobra y a las de frecuencia industrial.
- Para evaluar el comportamiento ante descargas eléctricas atmosféricas, se debe considerar como parámetro de diseño un total de tres salidas por cada 100 km de línea por año.
- El comportamiento de la línea ante sobretensiones de maniobra se debe realizar evaluando el riesgo de falla de aislamiento, permitiéndose una (1) falla por cada cien (100) operaciones de maniobra de la línea.

Artículo 24°. SEÑALES DE AERONAVEGACIÓN

En los conos de aproximación a aeropuertos, deben instalarse balizas sobre los conductores de las fases o sobre los cables de guarda.

Para efectos del presente reglamento, las balizas de señalización diurna a instalar, deben cumplir con los requisitos mínimos presentados a continuación:

- Deben ser fabricadas de algún material aislante, resistente a la intemperie y en general que aporte las características mecánicas para que permanezca durante largo tiempo.
- Los diámetros exteriores mínimos son los presentados en la siguiente tabla.

| NIVEL DE TENSIÓN | DIÁMETRO MÍNIMO (mm) |
|---|---------------------------------|
| Menor o igual 66 kV | 250 |
| Mayor de 66 kV y menor o igual a 500 kV | 600 |

Tabla 39. Diámetro mínimo de las balizas según nivel de tensión.

- Para la fijación de las balizas se deben utilizar mordazas en material galvanicamente compatible con el material del cable donde se instale y ajustable a diferentes calibres.
- El color de las balizas debe ser "Rojo Aviación" o "Naranja Aeronáutica Internacional".

Si se requieren balizas de señalización nocturna, pueden ser lámparas estroboscópicas o de encendido por inducción de la línea.

Artículo 25°. PUESTAS A TIERRA

Para los efectos del presente Reglamento Técnico y con el fin garantizar la seguridad tanto del personal que trabaja en las líneas como de los usuarios, se deben cumplir los criterios establecidos en el Capítulo II, Artículo 15°.

Artículo 26°. HERRAJES

Se consideran bajo esta denominación todos los elementos utilizados para la fijación de los aisladores a la estructura y al conductor, los de fijación de cable de guarda a la estructura, los elementos de protección eléctrica de los aisladores y los accesorios del conductor, como separadores, amortiguadores, etc.

Los herrajes deben ser de diseño adecuado a su función mecánica y eléctrica y apropiadamente protegidos contra la acción corrosiva y elementos contaminantes, para estos efectos se tendrá en cuenta las características predominantes del ambiente en la zona

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

donde se requiera instalar. En el diseño de los herrajes empleados para líneas de muy alta tensión, se tendrá muy presente su comportamiento frente al efecto corona.

Los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores y cables de guarda o por los aisladores deben tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a tres respecto a su carga de trabajo nominal. Cuando la carga mínima de rotura se compruebe mediante ensayos, el coeficiente de seguridad puede reducirse a 2,5.

Las grapas de retención del conductor deben soportar una tensión mecánica en el cable del 90% de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca deslizamiento.

Artículo 27°. AISLADORES

Los aisladores utilizados en las líneas pueden ser de porcelana, vidrio y otros materiales aislantes equivalentes que resistan las acciones de la intemperie, especialmente las variaciones de temperatura y la corrosión, deben ofrecer una resistencia suficiente a los esfuerzos mecánicos a que estén sometidos, comprobables a partir del examen comparativo del producto contra los requisitos específicos aplicables establecidos en las normas técnicas colombianas.

El criterio para determinar la pérdida de su función, será la rotura o pérdida de sus cualidades aislantes, al ser sometidos simultáneamente a tensión eléctrica y esfuerzo mecánico del tipo al que vaya a encontrarse sometido.

La resistencia mecánica correspondiente a una cadena múltiple puede tomarse igual al producto del número de cadenas que la forman por la resistencia de cada cadena simple, siempre que tanto en estado normal como con alguna cadena rota, la carga se reparta por igual entre todas las cadenas intactas.

Los aisladores deben someterse a mantenimiento periódico para conservar sus cualidades aislantes.

Artículo 28°. APOYOS O ESTRUCTURAS

La empresa del sector eléctrico propietaria de una estructura o apoyo, debe asegurarse que las mismas cumplan los siguientes requisitos:

- Los materiales empleados en la fabricación de las estructuras deben presentar una resistencia elevada a la corrosión, y en el caso de no presentarla por sí mismos, deben recibir los tratamientos protectores para tal fin.
- Las estructuras pueden ser de diversos tipos de acuerdo con su función, sin embargo, en su diseño constructivo siempre se debe tener en cuenta la accesibilidad a todas sus partes por el personal calificado, de modo que pueda ser realizada fácilmente la inspección y conservación de la misma. Así mismo, siempre deben cumplir las condiciones de resistencia y estabilidad necesarias al empleo a que se destinen. Se deben considerar los siguientes criterios adoptados de las Resoluciones CREG 025/95 y 098/2000, para definir condiciones normales y anormales.
- Deberán considerarse las condiciones sísmicas de la zona donde se instalarán las estructuras o apoyos.

1. Torres de suspensión

1.1. Condición normal

Todos los conductores y cable(s) de guarda sanos. Viento máximo de diseño y temperatura coincidente.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

1.2. Condición anormal

Para líneas en conductores en haz, dos subconductores rotos en cualquier fase. Las demás fases y los dos cables de guarda sanos. Un cable de guarda roto. Las fases y el cable de guarda restante, intactos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.

Para líneas con un solo conductor por fase, se consideran dos condiciones:

- a. Un conductor roto en cualquier fase. Las demás fases y el (los) cable (s) de guarda sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.
- b. Un cable de guarda roto y las fases y el cable de guarda restante (si existe) sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.

2. Torres de retención

2.1. Condición normal

Todos los conductores y cables de guarda sanos. Viento máximo de diseño y temperatura coincidente.

2.2. Condición anormal

Para líneas con conductores en haz, se considera la siguiente condición:

- Todos los subconductores en cualquier fase y un cable de guarda rotos simultáneamente. Las demás fases y el cable de guarda restante (si existen), sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.

Para líneas con un solo conductor por haz, se consideran las siguientes condiciones:

- a. Cualquier fase y un cable de guarda rotos simultáneamente. Las demás fases y el cable de guarda restante (si existe), sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.
- b. Dos fases diferentes rotas. La fase restante y el (los) cable (s) de guarda, sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.

3. Torres de terminales

3.1. Condición normal

Todos los conductores y cables de guarda sanos. Viento máximo de diseño y temperatura coincidente.

3.2. Condición anormal

Para las líneas con conductores en haz, se consideran las siguientes condiciones:

- a. Todos los subconductores en cualquier fase y un cable de guarda rotos simultáneamente. Las demás fases y el cable de guarda restante (si existe), sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.
- b. Todos los subconductores rotos en dos fases diferentes. La fase restante y el (los) cable(s) de guarda, sano(s). Viento máximo promedio y temperatura coincidente.

Para línea con un solo conductor por haz, se consideran las siguientes condiciones:

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

- a. Cualquier fase y un cable de guarda rotos simultáneamente. Las demás fases y el cable de guarda restante (si existe), sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.
- b. Dos fases diferentes rotas. La fase restante y el (los) cable (s) de guarda, sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.

Artículo 29°. MÉTODOS DE TRABAJO EN TENSIÓN

Los métodos de trabajo más comunes, según los medios utilizados para proteger al operario y evitar los cortocircuitos son:

- Trabajo a distancia: En este método, el operario ejecuta el trabajo con la ayuda de herramientas montadas en el extremo de pértigas aislantes.
- Trabajo a potencial: En este método, el operario está al potencial del elemento de la instalación en la cual trabaja. Su aislamiento con relación a tierra está asegurado por un dispositivo aislante apropiado al nivel de tensión.

Por ser una técnica de trabajo muy especializada y muy exigente en cuanto a seguridad, para efectos del presente Reglamento, los trabajos en tensión, en línea viva o línea energizada, deben cumplir los siguientes requerimientos:

1. Verificación en el lugar de trabajo.

El Jefe del Trabajo debe asegurarse sistemáticamente antes de todo trabajo, del buen estado aparente de las instalaciones así como del material y de las herramientas colectivas destinadas a la ejecución del mismo. Además, debe vigilar que los operarios bajo sus órdenes verifiquen el buen estado de su dotación individual: Cinturón o arnés de seguridad, guantes, casco de protección, herramientas y otros. Los defectos comprobados supondrán la indisponibilidad o reparación del elemento, retirándolo y poniendo sobre él una marca visible que prohíba su uso hasta que sea reparado.

Todo material debe disponer de una ficha técnica particular que indique las siguientes precauciones, entre otras, que con él deben observarse:

- Límite de utilización eléctrico y mecánico.
- Condiciones de conservación y mantenimiento.
- Controles periódicos y ensayos.

2. Procedimientos de ejecución

La ejecución de todo trabajo en tensión está subordinada a la aplicación de su procedimiento de ejecución, previamente estudiado. Todo procedimiento de ejecución debe comprender:

1. Un título que indique:
 - La naturaleza de la instalación intervenida.
 - La descripción precisa del trabajo.
 - El método de trabajo.
2. Medios físicos (materiales y equipos de protección personal y colectiva) y recurso humano.
3. Descripción ordenada de las diferentes fases del trabajo, a nivel de operaciones elementales.
4. Croquis, dibujos o esquemas necesarios.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

Toda persona que deba intervenir en trabajos en tensión, debe poseer una certificación que lo habilite para la ejecución de dichos trabajos, además debe estar afiliado a una empresa de seguridad social y riesgos profesionales. No se admite la posibilidad de actuación de personal que no haya recibido formación especial y no esté habilitado para la realización de trabajos en tensión.

El jefe del trabajo, una vez recibida la confirmación de haberse tomado las medidas precisas y antes de comenzar o reanudar el trabajo, debe reunir y exponer a los linieros el procedimiento de ejecución que se va a realizar, cerciorándose que ha sido perfectamente comprendido, que cada trabajador conoce su cometido y que cada uno se hace cargo de cómo se integra en la operación conjunta.

El jefe del trabajo dirigirá y vigilará los trabajos, siendo responsable de las medidas de cualquier orden que afecten a la seguridad y al terminar los trabajos, se asegurará de su buena ejecución y comunicará al centro de control el fin de los mismos.

Todo liniero de línea viva, es decir, capacitado para trabajos en tensión, debe practicarse exámenes para calificar su estructura ósea, ya que fracturas en cualquier parte del cuerpo o lesiones a la columna vertebral, lo inhabilitan definitivamente y para detectar deficiencias pulmonares o cardíacas, que lo exponen a ataques de extrema gravedad. Enfermedades como la epilepsia, consumo de drogas y alcoholismo también deben ser detectadas por el médico.

Ningún operario podrá participar en un trabajo en tensión si no dispone en la zona de trabajo de su dotación personal, que comprende, los siguientes elementos:

1. En todos los casos: Casco aislante de protección y guantes de protección.
2. En cada caso particular, los equipos previstos en los procedimientos de ejecución a utilizar serán, entre otros: Botas dieléctricas o calzado especial con suela conductora para los trabajos a potencial, dos pares de guantes aislantes del modelo apropiado a los trabajos a realizar, gafas de protección contra rayos ultravioleta, manguitos aislantes, herramientas aislantes.

Cada operario debe cuidar de la conservación de su dotación personal, de acuerdo con las fichas técnicas. Estos materiales y herramientas deben conservarse en seco, al abrigo de la intemperie y transportarse en fundas, estuches o compartimientos previstos para este uso. No deben sacarse de los mismos hasta el momento de su empleo.

En el caso de presentarse lluvia o niebla, se pueden realizar los trabajos cuando la corriente de fuga por los elementos aislantes esté controlada y se mantenga por debajo de $1\mu\text{A}$ por cada kV nominal de la instalación.

En instalaciones de tensión inferior o igual a 34,5 kV, cuando se presente lluvias fuertes o niebla, no se comenzará el trabajo, pero los que estén en curso de realización pueden terminarse. En caso de no realizar control de la corriente de fuga y si la tensión es superior a 36 kV, estos trabajos deben ser interrumpidos inmediatamente.

En caso de tormentas eléctricas, los trabajos no deben comenzarse y de haberse iniciado se interrumpirán. Cuando las condiciones atmosféricas impliquen la interrupción del trabajo, se debe retirar al personal y se podrán dejar los dispositivos aislantes colocados hasta que las condiciones vuelvan a ser favorables.

En **trabajos a distancia**, cuando no se coloquen dispositivos de protección que impidan todo riesgo de contacto o arco eléctrico con un conductor desnudo en tensión, la distancia mínima de aproximación que deben mantener los operarios se fijará de acuerdo con lo indicado en la siguiente tabla.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

| Longitud de las cadenas de aisladores (m) | Distancia mínima de aproximación* (m) | OBSERVACIONES |
|---|---------------------------------------|--|
| $L \geq 0,80$ | L | |
| $L < 0,80$ | 0,80 | Esta distancia puede reducirse a 0,60 m para la colocación de dispositivos aislantes cerca de los puntos de fijación de las cadenas de aisladores y de los aisladores en sus soportes. |

* Se entiende por distancia mínima de aproximación la distancia entre un conductor y una parte cualquiera del cuerpo del operario estando éste situado en la posición de trabajo más desfavorable.

Tabla 40. Distancias de aproximación en trabajos a distancia.

Antes de trabajar en un conductor bajo tensión, el operario debe unirse eléctricamente al mismo para asegurar su equipotencialidad con el conductor. Todo operario que trabaje a potencial debe llevar una protección tipo jaula de Faraday completa.

Cuando se emplee el método de trabajo a contacto, los operarios llevarán guantes aislantes revestidos con guantes de protección y se situarán sobre un elemento aislante adecuado.

Toda persona que pueda tocar a un operario, bien directamente o por medio de herramientas u otros objetos, deberá llevar botas y guantes aislantes.

Todo equipo de trabajo en tensión debe ser sometido a ensayos periódicos de acuerdo con las normas técnicas o recomendaciones del fabricante. A cada elemento de trabajo debe abrirse y llenar una hoja de vida.

Los guantes aislantes deben ser sometidos a una prueba de porosidad por inyección de aire, antes de cada jornada de trabajo y debe hacerse un ensayo de rigidez dieléctrica en laboratorio, por lo menos dos veces al año.

Para las mangas, cubridores, protectores, mantas, pértigas, tensores, escaleras y demás equipo, se debe hacer por lo menos un ensayo de aislamiento al año.

Los vehículos deben ser sometidos a una inspección general y ensayos de aislamiento a las partes no conductoras, por lo menos una vez al año.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

CAPÍTULO V

REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN

Una subestación eléctrica es un conjunto de equipos utilizados para transferir el flujo de energía en un sistema de potencia, garantizar la seguridad del sistema por medio de dispositivos automáticos de protección y para redistribuir el flujo de energía a través de rutas alternas durante contingencias. Una subestación puede estar asociada con una central de generación, controlando directamente el flujo de potencia al sistema, con transformadores de potencia convirtiendo la tensión de suministro a niveles más altos o más bajos, o puede conectar diferentes rutas de flujo al mismo nivel de tensión.

Los requisitos de este capítulo son de obligatorio cumplimiento y deben ser tomados como complementarios de los contenidos en los otros capítulos del presente Reglamento Técnico.

Las disposiciones contenidas en este Reglamento son de aplicación en todo el territorio Colombiano y deben ser cumplidas por las empresas que involucren el proceso de transformación de energía y que operen en el país; aplican a las subestaciones con tensiones nominales mayores a 1000 V y hasta 500 kV. No se incluyen requisitos para instalaciones con SF6.

Artículo 30°. DISPOSICIONES GENERALES

El tiempo máximo de despeje de falla de la protección principal en el sistema eléctrico de los distribuidores, grandes consumidores y transportador, desde el inicio de la falla hasta la extinción del arco en el interruptor de potencia, no debe ser mayor que 150 milisegundos. Para operación de protecciones de respaldo o en caso de falla del interruptor, no debe ser mayor que 300 milisegundos.

En los espacios en los cuales se encuentran instalados los equipos de transformación, deben colocarse cercas, pantallas, tabiques o paredes, de tal modo que se forme un recinto que limite la posibilidad de acceso a personal no autorizado.

En cada entrada de una subestación de transformación, debe exhibirse una señal de seguridad y en las estaciones con malla eslabonada se debe exhibir una señal de seguridad en cada lado de la cerca.

Los muros metálicos que son utilizados para encerrar las subestaciones que poseen conductores o equipo eléctrico energizado, deben tener una altura mínima de 2,50 metros y deben estar debidamente conectados a tierra, de acuerdo con el capítulo II.

Artículo 31°. SALAS DE OPERACIONES, MANDO Y CONTROL

Todas las salas y espacios en donde haya instalado equipo eléctrico, deben cumplir con los siguientes requerimientos:

- Construcción: Debe ser en materiales con alto punto de ignición.
- Uso: Las instalaciones deben estar libres de materiales combustibles, polvo y humo, y no serán utilizadas para reparación, fabricación o almacenamiento, excepto para partes menores esenciales en el mantenimiento del equipo instalado.
- Ventilación: Deben estar suficientemente ventilados con el fin de mantener las temperaturas de operación dentro de los rangos debidos, regulados para minimizar la acumulación de contaminantes transportados por el aire, bajo cualquier condición de operación.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

- Humedad e intemperie: Las instalaciones deben estar secas. En las estaciones externas o ubicadas en túneles mojados, pasos subterráneos u otros lugares húmedos o de alto grado de humedad, el equipo eléctrico debe ser diseñado para soportar las condiciones atmosféricas imperantes.
- Equipo eléctrico: Todo el equipo fijo debe ser soportado y asegurado de una manera consistente con las condiciones de servicio. Se debe prestar consideración al hecho de que algunos equipos pesados, tal como transformadores, puedan ser asegurado en el lugar; sin embargo, el equipo que genere fuerzas dinámicas durante su operación, podrá requerir medidas adicionales.

Artículo 32°. DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Además de las establecidas en el Capítulo II, se deben cumplir las que se fijan a continuación, adoptadas de la norma ANSI C2.

Los cercos o paredes que son instalados como barreras para el personal no autorizado, deben colocarse de tal manera que las partes expuestas energizadas queden por fuera de la zona de distancia de seguridad, tal como se ilustra en la Figura 20, y se muestra en la siguiente tabla.

| Tensión Nominal entre Fases (kV) | Dimensión "R" (m) |
|----------------------------------|-------------------|
| 0,151-7.2 | 3 |
| 13,8/13,2/11,4 | 3,1 |
| 34,5 | 3,2 |
| 66/57,5 | 3,5 |
| 115/110 | 4 |
| 230/220 | 4,5 |
| 230/220 | 4,7 |
| 500 | 5,3 |

Tabla 41. Distancias de seguridad para la Figura 20.

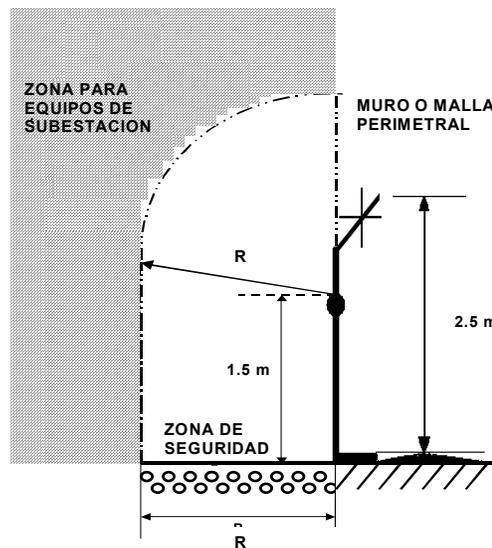


Figura 20. Zona de seguridad.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE

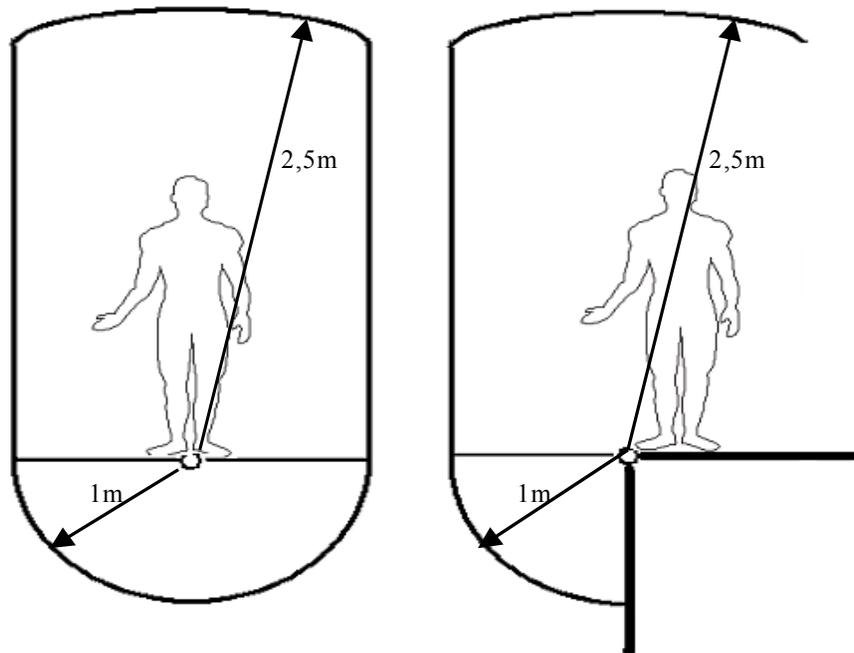


Figura 21. Distancias de seguridad contra contactos directos.

Artículo 33°. PUESTAS A TIERRA

Para los efectos del presente Reglamento Técnico y con el fin garantizar la seguridad tanto del personal que trabaja en las subestaciones como del público en general, se deben cumplir los criterios establecidos en el Capítulo II, Artículo 15°.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

CAPÍTULO VI

REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN

Para los efectos del presente reglamento se calificará como instalación eléctrica de distribución todo conjunto de aparatos y de circuitos asociados para transporte y transformación de la energía eléctrica, cuyas tensiones nominales sean iguales o superiores a 110 V y menores o iguales a 44 kV.

Los requisitos de este capítulo son de obligatorio cumplimiento y deben ser tomados como complementarios de los contenidos en los demás capítulos del presente Reglamento Técnico.

Las disposiciones que aparecen a continuación, son de aplicación en todo el territorio Colombiano y deben ser cumplidas por las empresas de distribución de energía que operen en el país.

Un sistema típico de distribución consta de:

- Subestaciones de distribución que llevan la energía localmente y que por lo común incluyen instalaciones para la regulación en media tensión.
- Circuitos primarios o “alimentadores”, que suelen operar en el rango de 7,6 kV a 44 kV y que alimentan a la carga en una zona geográfica bien definida.
- Transformadores de distribución, en las capacidades nominales desde 10 kVA hasta 10.000 kVA, los cuales pueden instalarse en postes, sobre emplazamientos a nivel del suelo o en bóvedas, en la cercanía de los consumidores y que llevan la media tensión hasta el consumidor.
- Celdas de maniobra, medida y protección para los transformadores de distribución secundaria en el caso de subestaciones de potencia
- Circuitos de baja tensión, que llevan la energía desde el transformador de distribución, a lo largo de las vías o del lindero de los terrenos.
- Ramales de acometida que entregan la energía al equipo de entrada de servicio del usuario.

Las empresas distribuidoras del servicio de energía eléctrica, deben fijar las condiciones técnicas que deben reunir aquellas partes de sus instalaciones, que tengan incidencia apreciable en la seguridad, funcionamiento y homogeneidad de su sistema, siempre y cuando estas condiciones técnicas no sean inferiores a las exigidas por el Reglamento.

En todo lo que se refiere a operación y mantenimiento de las redes de distribución se debe entender que la responsabilidad por el debido cumplimiento de las reglas, recaerá sobre la empresa dueña de la instalación, sea que ésta realice los trabajos directamente con su personal, o que los trabajadores sean contratados directa o indirectamente por contratistas externos.

La empresa debe proporcionar capacitación a cada uno de sus trabajadores que laboren en las proximidades de instalaciones energizadas. La capacitación incluirá información sobre los riesgos eléctricos, y debe asegurarse que cada uno de sus trabajadores esté calificado y autorizado para atender las exigencias de rutina del trabajo.

Los trabajadores deben estar capacitados sobre los procedimientos que deben seguirse en caso de que ocurra alguna emergencia, así como de las reglas de primeros auxilios, incluyendo los métodos probados de reanimación. Copias de dichas reglas y procedimientos

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

deben mantenerse en sitios visibles tanto en vehículos como en lugares donde el número de trabajadores o la naturaleza del trabajo lo justifiquen.

La empresa dueña de la obra debe proveer los elementos de protección, en cantidad suficiente para que los trabajadores puedan cumplir con los requerimientos de la labor que se va a emprender, deben estar disponibles en lugares fácilmente accesibles y visibles.

Los trabajadores deben conocer perfectamente las normas de seguridad, y pueden ser evaluados en cualquier momento – por la autoridad o la empresa- para demostrar sus conocimientos sobre las mismas.

Los trabajadores, cuyos deberes requieren el desempeño de su labor en las proximidades de equipos o líneas energizadas, deben ejecutar sólo aquellas tareas para las cuales han sido capacitados, equipados y autorizados. Los trabajadores que no tengan experiencia deben trabajar bajo la dirección de un trabajador experimentado y calificado en el lugar de la obra y ejecutar sólo tareas dirigidas.

Las empresas distribuidoras del servicio de energía eléctrica, pueden fijar las condiciones técnicas que deben reunir aquellas partes de instalaciones de los consumidores, que tengan incidencia apreciable en la seguridad, funcionamiento y homogeneidad de su sistema (siempre y cuando estas condiciones técnicas no sean inferiores a las exigidas en el presente Reglamento).

Artículo 34°. DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Para los efectos del presente Reglamento Técnico los conductores de los circuitos de distribución deben cumplir las distancias de seguridad establecidas en el Capítulo II.

Cuando los circuitos de distribución se construyen en zonas de espacio público, o exista un acuerdo para permitir el paso, no se requiere el pago de servidumbre.

Las Oficinas de Planeación, deberán tener en cuenta la servidumbre de la línea o red, para la aprobación de la licencia de construcción en lotes a urbanizar, las cuales deben estar claramente definidas en los planos.

Artículo 35°. PUESTAS A TIERRA

Para los efectos del presente Reglamento Técnico y con el fin garantizar la seguridad tanto del personal que trabaja en los conductores de los circuitos de distribución como del público en general, se deben cumplir los criterios establecidos en el Capítulo II, Artículo 15°.

El operador de red debe entregar a los diseñadores de un proyecto, el valor de la máxima corriente de falla a tierra esperada en el sitio del proyecto respectivo.

Los trabajadores deben considerar todas las partes metálicas no puestas a tierra, como energizadas con la tensión más alta a la cual están expuestos, a menos que se verifique mediante pruebas que estas partes están sin dicha tensión.

Artículo 36°. HERRAJES

Se consideran bajo esta denominación todos los elementos utilizados para la fijación de los aisladores a la estructura y al conductor, los de fijación de cable de tierra a la estructura, los elementos de protección eléctrica de los aisladores y los accesorios del conductor, como separadores, amortiguadores, etc.

Los herrajes empleados en los circuitos de media tensión serán de diseño adecuado a su función mecánica y eléctrica y deben resistir la acción corrosiva durante su vida útil, para

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

estos efectos se tendrá en cuenta las características predominantes del ambiente en la zona donde se requiera instalar. Los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores y cables de guarda o por los aisladores, deben tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a tres respecto a su carga de trabajo. Cuando la carga mínima de rotura se compruebe mediante ensayos, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

Las grapas de retención del conductor deben soportar una tensión mecánica en el cable del 80% de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca deslizamiento.

Artículo 37°. AISLADORES

Los aisladores utilizados en las líneas podrán ser de porcelana, vidrio y otros materiales aislantes equivalentes que resistan las acciones de la intemperie, especialmente las variaciones de temperatura y la corrosión, debiendo ofrecer una resistencia suficiente a los esfuerzos mecánicos a que estén sometidos. Deben tener una carga de rotura mínima del 80% del conductor utilizado.

El criterio para determinar la pérdida de su función, será la rotura o pérdida de sus cualidades aislantes, al ser sometidos simultáneamente a tensión eléctrica y esfuerzo mecánico del tipo al que vaya a encontrarse sometido.

Artículo 38°. REGLAS BÁSICAS DE TRABAJO

Los siguientes preceptos o reglas de trabajo, deben cumplirse dependiendo del tipo de labor:

- Un operario solo, no deberá trabajar en un sistema energizado por encima de 1000 voltios fase a fase.
- Antes de entrar a una cámara subterránea, la atmósfera deberá ser sometida a prueba de gases empleando la técnica y equipos o instrumentos requeridos para ver si existen gases tóxicos, combustibles o inflamables, con niveles por encima de los límites permisibles.
- Una vez destapada la caja de inspección o subestación de sótano, el personal debe permanecer por fuera de ella, por lo menos durante 10 minutos, mientras las condiciones de ventilación son las adecuadas para iniciar el trabajo.

Para quienes trabajan en tensión, se deben acatar las siguientes distancias mínimas de acercamiento:

Se consideran distancias mínimas de seguridad para los trabajos en tensión a efectuar en la proximidad de las instalaciones no protegidas de AT y MT, (medidas entre el punto más próximo en tensión y cualquier parte externa del operario, herramientas o elementos que pueda manipular en movimientos voluntarios o accidentales), las siguientes:

| Tensión Nominal (kV) entre fases | Distancia Mínima (m) |
|---|-----------------------------|
| Hasta 1 | 0,80 |
| 7,6/11,4/13,2/13,8 | 0,95 |
| 33/34,5 | 1,10 |
| 44 | 1,20 |
| 57,5/66 | 1,40 |
| 110/115 | 1,80 |
| 220/230 | 3,00 |
| 500 | 5,00 |

Tabla 42. Distancias mínimas de seguridad para trabajar con líneas energizadas

Para personal no calificado o que desconozca las instalaciones eléctricas, estas distancias serán:

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

| |
|--|
| 0,4 m en instalaciones menores a 1 kV |
| 3 m en instalaciones entre 1 y 66 kV |
| 5 m en instalaciones superiores a 57,5 y hasta 230 kV. |
| 8 m en instalaciones superiores a 230 kV |

Tabla 43. Distancias mínimas de seguridad para personal no especialista

No se deben interpolar distancias para tensiones intermedias a las indicadas.

Las distancias mínimas de seguridad indicadas pueden reducirse si se protegen adecuadamente las instalaciones eléctricas y la zona de trabajo, con aislantes o barreras.

1. Maniobras

Por la seguridad de los trabajadores y del sistema, se debe disponer de un procedimiento que sea lógico, claro y preciso para la adecuada programación, ejecución, reporte y control de maniobras, esto con el fin de asegurar que las líneas y los equipos no sean energizados o desenergizados ya sea por error o de manera inadvertida, ocasionando situaciones de riesgo o accidentes.

Se prohíbe la apertura o cierre de cortacircuitos con carga, salvo que se emplee un equipo que extinga el arco.

2. Verificación en el lugar de trabajo.

El jefe de grupo debe realizar una inspección detenida de lo siguiente:

- Que el equipo sea de la clase de tensión de la red.
- Que los operarios tengan puesto su equipo de protección.
- Que los operarios se despojen de todos los objetos metálicos.
- Que se verifique el correcto funcionamiento tanto de los controles en la canasta como los inferiores de operación.
- Que se efectúe una detenida inspección de los guantes.
- Que los operarios se encuentren en perfectas condiciones técnicas, físicas y síquicas para el desempeño de la labor encomendada.

3. Señalización del área de trabajo.

El área de trabajo debe ser delimitada por vallas, manilas o bandas reflectivas. En los trabajos nocturnos se utilizarán conos o vallas fluorescentes y además señales luminosas a ambos lados del sitio de trabajo.

Cuando se trabaje sobre vías que no permitan el bloqueo del tránsito, se deberá parquear el vehículo de la cuadrilla antes del área de trabajo.

4. Escalamiento de postes y protección contra caídas.

Todos los postes y estructuras deben ser inspeccionados cuidadosamente antes de subir a ellos, para comprobar que están en condiciones seguras para desarrollar el trabajo y que puedan sostener pesos y esfuerzos adicionales. También deben revisarse los postes contiguos que se vayan a someter a esfuerzos.

Todo trabajador que se halle en ubicaciones superiores a 2,50 m en el lugar del trabajo, bien sea en los apoyos, escaleras, cables aéreos, helicópteros, carros portabobinas o en la canastilla del camión debe estar sujetado permanentemente al equipo o estructuras, mediante un sistema de protección contra caídas (cinturón o arnés).

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

5. Reglas de oro de la seguridad.

Al trabajar en línea muerta, es decir, sobre circuitos desenergizados, siempre se debe conectar a tierra y en cortocircuito como requisito previo a la iniciación del trabajo.

En tanto no estén efectivamente puestos a tierra, todos los conductores o partes del circuito se consideran como si estuvieran energizados a su tensión nominal.

Siempre que se trabaje en líneas desenergizadas o líneas sin tensión, se deben cumplir las siguientes "reglas de oro":

- ① Efectuar el corte visible de todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores, de forma que se asegure la imposibilidad de su cierre intempestivo. En aquellos aparatos en que el corte no pueda ser visible, debe existir un dispositivo que garantice que el corte sea efectivo.
- ② Condenación o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte. Señalización en el mando de los aparatos indicando "No energizar" o "prohibido maniobrar" y retirar los portafusibles de los cortacircuitos.

Se llama "condenación o bloqueo" de un aparato de maniobra al conjunto de operaciones destinadas a impedir la maniobra de dicho aparato, manteniéndolo en una posición determinada.

- ③ Verificar ausencia de tensión en cada una de las fases, con el detector de tensión, el cual debe probarse antes y después de cada utilización.
- ④ Puesta a tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión que incidan en la zona de trabajo. Es la operación de unir entre sí todas las fases de una instalación, mediante un puente equipotencial de sección adecuada, que previamente ha sido conectado a tierra.
- ⑤ Señalizar y delimitar la zona de trabajo. Es la operación de indicar mediante carteles con frases o símbolos el mensaje que debe cumplirse para prevenir el riesgo de accidente.

Los equipos de puesta a tierra se deben manejar con pértigas aisladas, conservando las distancias de seguridad respecto a los conductores, en tanto no se complete la instalación.

Para su instalación, el equipo se conecta primero a tierra y después a los conductores que van a ser puestos a tierra, para su desconexión se procede a la inversa.

Los conectores se deben colocar firmemente, evitando que puedan desprenderse o aflojarse durante el desarrollo del trabajo.

Los equipos de puesta a tierra se conectarán a todos los conductores, equipos o puntos que puedan adquirir potencial durante el trabajo.

Cuando la estructura o apoyo tenga su propia puesta a tierra, se conecta a ésta. Cuando vaya a "abrirse" un conductor o circuito, se colocarán tierras en ambos lados.

Cuando dos o más trabajadores o cuadrillas laboren en lugares distintos de las mismas líneas o equipo, serán responsables de la colocación y retiro de los equipos de puesta a tierra en sus lugares de trabajo correspondientes.

6. Trabajos cerca de circuitos aéreos energizados

Cuando se instalen, trasladen o retiren postes en o cerca de líneas energizadas, se deben tomar precauciones a fin de evitar el contacto directo de los postes con los conductores

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

energizados. Los trabajadores que ejecuten dicha labor deben evitar poner en contacto partes no aisladas de su cuerpo con el poste.

Los trabajadores ubicados en tierra o que estén en contacto con objetos puestos a tierra, deben evitar el contacto con camiones u otro equipo que no esté puesto a tierra de manera efectiva, y que estén siendo utilizados para colocar, mover o retirar postes en o cerca de líneas energizadas, a no ser que estén utilizando equipo de protección aprobado.

7. Subestaciones de media tensión tipo interior.

Para la seguridad de las personas y de los animales, se establecen los siguientes requisitos, adoptados de la norma IEC 60298, para las subestaciones de distribución tipo interior:

- En todo proyecto de subestación para un edificio, debe apropiarse el espacio disponible para dicha subestación.
- La continuidad e integridad del sistema de puesta a tierra deberán ser aseguradas teniendo en cuenta el esfuerzo térmico y mecánico causado por la corriente que este va a transportar en caso de falla.
- El encerramiento de cada unidad funcional deberá ser conectado al conductor de tierra de protección. Todas las partes metálicas puestas a tierra y que no pertenezcan a los circuitos principales o auxiliares, también deberán ser conectadas al conductor de tierra directamente o a través de la estructura metálica.
- Con el fin de realizar las labores de mantenimiento en las subestaciones con plena seguridad para el personal encargado, es imprescindible que el sistema permita poner a tierra las partes vivas con el fin de ejecutar una maniobra plenamente confiable.
- Al realizar labores de mantenimiento y con el fin de que el operario de la subestación tenga plena seguridad de la maniobra que se esta ejecutando, la posición de los elementos que realicen la puesta a tierra de la celda deben estar claramente identificados a través de un elemento que indique visualmente la maniobra de puesta a tierra de equipo.
- Las subestaciones de distribución secundaria deben asegurar que una persona no pueda acceder a las partes vivas del sistema evitando que sobrepasen las distancias de seguridad propias de los niveles de tensión de cada aplicación en particular. La persona no puede acceder al contacto de la zona energizada ni tocándola de manera directa ni introduciendo objetos que lo puedan colocar en contacto con la línea.
- Para prevenir accidentes por arcos internos, se deben cumplir los siguientes criterios:
 1. Las celdas deben permitir controlar los efectos de un arco (sobrepresión, esfuerzos mecánicos y térmicos), evacuando los gases hacia arriba, hacia los costados, hacia atrás o 2 metros por encima del frente.
 2. Las puertas y tapas deben tener un seguro para permanecer cerradas.
 3. Las piezas susceptibles de desprenderse (ej.: chapas, aislantes, etc.), deben estar firmemente aseguradas.
 4. Cuando se presente un arco, no debe perforar partes externas accesibles, ni debe presentarse quemadura de los indicadores por gases calientes.
 5. Conexiones efectivas en el sistema de puesta a tierra.
- Los encerramientos utilizados por los equipos que conforman las subestaciones deben alojar en su interior los equipos de corte y seccionamiento; por esta razón deben ser metálicos y los límites del encerramiento no deben incluir las paredes del cuarto

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

dedicado al alojamiento de la subestación. Las ventanas de inspección deben garantizar el mismo grado de protección del encerramiento y el mismo nivel de aislamiento.

- Las cubiertas y puertas no deben permitir el acceso a personal no calificado, al lugar donde se alojan los barrajes energizados; en el caso en el que sean removibles se debe garantizar que no se puedan retirar mientras el sistema opere en condiciones normales mediante la implementación de cerraduras o enclavamientos, en el caso en que sean fijas, no se puedan retirar sin la ayuda de herramientas manejadas por personal calificado que conoce el funcionamiento de las subestaciones.
- Los enclavamientos entre los diferentes elementos de corte y seccionamiento en una subestación son indispensables por razones de seguridad de las personas y conveniencia operativa de la instalación para no permitir que se realicen accionamientos indebidos por errores humanos.
- Para el caso de equipos del tipo extraíble, los enclavamientos deben asegurar que las siguientes operaciones no sean posibles de realizar:
 - * Extracción del interruptor de protección a menos que esté en posición abierto.
 - * Operación del interruptor, a menos que éste se encuentre en servicio, desconectado, extraído o puesto a tierra.
 - * Cerrar el interruptor, a menos que esté conectado al circuito auxiliar o diseñado para abrir automáticamente sin el uso de un circuito auxiliar.
- Para el caso de equipos fijos estos deben poseer los enclavamientos necesarios para evitar maniobras erróneas.
- Debe haber una indicación ligada directamente a la posición de los contactos de los elementos de interrupción y seccionamiento. Pueden ser mímicos que muestren el estado real de la operación que se está ejecutando con el fin de entender la operación y garantizar el estado del sistema por alguna persona ajena a la subestación.

8. Cables subterráneos

Los siguientes requisitos que se aplicarán para el tendido de cables subterráneos fueron adaptados de la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina.

- Las canalizaciones o ductos deben ser de material sintético, metálico u otros, que reúnan las siguientes condiciones:
 - * Ser no higroscópicos.
 - * Poseer un grado de protección adecuada al uso
- Deberá mantenerse una distancia útil mínima de 0,20 m entre el borde externo del conductor y cualquier otro servicio (gas, agua, calefacción, vapor, aire comprimido, etc.). Si ésta distancia no puede ser mantenida se deben separar en forma efectiva las instalaciones a través de una hilera cerrada de ladrillos u otros materiales dieléctricos, resistentes al fuego y al arco eléctrico y malos conductores de calor de por lo menos 5 cm de espesor.
- La disposición de los conductores dentro del ducto debe conservar su posición y adecuación a lo largo de su recorrido, asegurando que se mantenga la separación de los circuitos.
- Los empalmes y derivaciones de los conductores deben ser accesibles.
- No se admite la instalación de canalizaciones (con excepción de las construidas específicamente para tal fin) o cables sobre el nivel del suelo terminado, Se entiende por

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

“suelo terminado” el que habitualmente es pisado por las personas como resultado de su actividad habitual.

- Para cables de enterramiento directo, el fondo de la zanja será una superficie firme, lisa, libre de discontinuidades y sin obstáculos. El cable se dispondrá a una profundidad mínima de 0,7 m respecto de la superficie del terreno. Como protección contra el deterioro mecánico, se utilizarán ladrillos o cubiertas.
- Los ductos se colocarán, con pendiente mínima del 1% hacia las cámaras de inspección, en una zanja de profundidad suficiente que permita un recubrimiento mínimo de 0,7 m de relleno sobre el ducto.
- Las uniones entre conductores deben asegurar la máxima hermeticidad posible y no deben alterar su sección transversal interna. Cuando se utilicen ductos metálicos, estos deben ser galvanizados en caliente. Se instalarán dentro de ellos líneas completas, monofásicas o polifásicas con su conductor de puesta a tierra de protección. No se admitirá el tendido de los conductores de fase, neutro o de tierra separados del resto del circuito o formando grupos incompletos de fases, fase y neutro o fase y tierra por ductos metálicos.
- Los cables subterráneos instalados debajo de construcciones deberán estar alojados en un ducto que salga como mínimo 0,30 m del perímetro de la construcción.
- Todas las transiciones entre tipos de cables, las conexiones a las cargas, o las derivaciones, deben realizarse en cámaras o cajas de inspección que permitan mantener las condiciones y grados de protección aplicables. Las dimensiones internas útiles de las cajas o cámaras de paso, derivación, conexión o salida serán adecuadas a las funciones específicas y permitirán el tendido en función de la sección de los conductores.
- Las canalizaciones subterráneas en ductos, deben tener cámaras de inspección que cumplan los requerimientos antedichos, debiéndose instalar, en tramos rectos, una cámara cada 25 metros de conducto, salvo cuando existan causas debidamente justificadas que exijan una distancia mayor, (por ejemplo, cruce de grandes avenidas), en cuyo caso deberá quedar asentado en la memoria o especificación técnica del proyecto.

9. Trabajos en condiciones de riesgo

La siguiente lista de verificación es un requisito que debe ser diligenciado por cada comité de salud ocupacional de la empresa dueña de la obra y procesada en todos los casos donde se deba trabajar en condiciones de riesgo evidente, pero no alto.

| | | |
|---|----|----|
| - Se tiene autorización escrita o grabada para hacer el trabajo? | SI | NO |
| - Se encuentra informado el ingeniero o supervisor? | SI | NO |
| - Se han identificado y reportado los factores de riesgo que no pueden obviarse?. | SI | NO |
| - Se intentó modificar el trabajo para obviar los riesgos? | SI | NO |
| - Se instruyó a todo el personal la condición especial de trabajo? | SI | NO |
| - Se designó un responsable de informar al Comité Paritario y al jefe de área? | SI | NO |
| - Se cumplen rigurosamente las reglas de oro? | SI | NO |
| - Se tiene sistema de comunicaciones en perfecto estado? | SI | NO |
| - Se disponen y utilizan los elementos de protección personal? | SI | NO |

Tabla 44. Lista de verificación, trabajos en condiciones de riesgo.

NOTA: Si falta algún **SI**, el trabajo **NO** debe realizarse, hasta efectuarse la correspondiente corrección.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

10. Apertura de transformadores de corriente

El secundario de un transformador de corriente no debe ser abierto mientras se encuentre energizado. En caso que todo el circuito no pueda desenergizarse adecuadamente, antes de empezar a trabajar con un instrumento, un relé, u otra sección de un circuito secundario de un transformador de corriente, el trabajador deberá conectar el circuito secundario en derivación con puentes, para que bajo ninguna condición se abra el secundario del transformador de corriente.

Artículo 39°. CARTILLA DE SEGURIDAD PARA EL USUARIO.

El Distribuidor Local debe producir una cartilla dirigida a los usuarios residenciales, comerciales e industriales, la cual fijará las condiciones de seguridad y correcta utilización de la energía eléctrica, teniendo en cuenta por lo menos las siguientes consideraciones:

- Estar escrita de manera práctica, sencilla y concisa, en lo posible con ilustraciones al texto de referencia.
- Estar dirigida al usuario final y al potencial, ser entregada a todos y cada uno de ellos el día en que se certifica y se pone en servicio cualquier instalación eléctrica y podrá ser consultada por cualquier persona o entidad que tenga interés en conectarse a la red de distribución de energía eléctrica.
- Debe indicar los procedimientos a seguir para adquirir información e ilustración relativa al servicio de energía eléctrica, incluidos los procedimientos relativos a las solicitudes de ampliación del servicio, identificación y comunicación con la empresa prestadora del servicio.
- Debe informar cómo y dónde reportar emergencias en el interior o en el exterior del domicilio, de una manera resaltada.
- Debe reunir las principales acciones de primeros auxilios en caso de electrocución.
- Debe contener recomendaciones prácticas relacionadas con el manejo de los artefactos eléctricos.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

CAPÍTULO VII

REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL PROCESO DE UTILIZACIÓN

Este capítulo del Reglamento Técnico es aplicable a las instalaciones eléctricas destinadas al uso final de la electricidad y los equipos instalados en ellas, en todo tipo de construcciones, ya sean de carácter público o privado. Como los otros apartes del reglamento, los requisitos establecidos se aplican a condiciones normales y nominales. En general, cuando se habla de "utilización" se incluyen los sistemas eléctricos que van desde la acometida de servicio a los consumidores, hacia el interior de la edificación.

Artículo 40°. REQUISITOS PARA INSTALACIONES DOMICILIARIAS

Las instalaciones interiores, domiciliarias o receptoras son las que, alimentadas por una red de distribución o por una fuente de energía propia, tienen como finalidad principal la utilización de la energía eléctrica. Dentro de este concepto hay que incluir cualquier instalación receptora aunque toda ella o alguna de sus partes esté situada a la intemperie.

Si en una instalación eléctrica de baja tensión están integrados circuitos o elementos en los que las tensiones empleadas son superiores al límite establecido para la baja tensión y para los cuales este capítulo no señala un requisito específico, se deben cumplir en ella las prescripciones técnicas y de seguridad de los apartes de media o alta tensión.

Para efectos del presente Reglamento los requisitos contenidos en este capítulo, deben ser tomados como complementarios de los requisitos de los demás capítulos.

Debido a que el contenido de **la NTC 2050 del 25 de noviembre de 1998**, que está basada en la norma técnica **NFPA 70**, encaja dentro del enfoque que deben tener los reglamentos técnicos y considerando que tiene plena aplicación en el proceso de utilización de la energía eléctrica, se declaran de obligatorio cumplimiento **los primeros siete capítulos de la norma NTC 2050 del 25 de noviembre de 1998 (Código Eléctrico Colombiano)**, que en forma resumida comprenden:

- Cap. 1. Definiciones y requisitos generales para instalaciones eléctricas.
- Cap. 2. Los requisitos de alambrado y protecciones
- Cap. 3. Los métodos y materiales de las instalaciones
- Cap. 4. Los requisitos de instalación para equipos y elementos de uso general
- Cap. 5. Los requisitos para ambientes especiales.
- Cap. 6. Los requisitos para equipos especiales.
- Cap. 7. Las condiciones especiales de las instalaciones.

Lineamientos generales para instalaciones domiciliarias.

Los sistemas de protección de las instalaciones para baja tensión, impedirán los efectos de las sobrecorrientes y sobretensiones y resguardarán a sus usuarios de los contactos directos y anularán los efectos de los indirectos. Los sistemas de prevención y protección contra contactos directos e indirectos que deben implementarse son:

- Alejamiento de las partes bajo tensión.
- Colocación de obstáculos que impidan el acceso a las zonas energizadas.
- Equipos de protección contra corrientes de fuga.
- Empleo de Muy Baja Tensión. (≤ 50 V en locales secos, ≤ 24 V en locales húmedos).
- Dispositivos de corte automático de la alimentación.
- Empleo de circuitos aislados galvánicamente, con transformadores de seguridad.
- Conexiones equipotenciales.
- Sistemas de puesta a tierra.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

- Regímenes de conexión a tierra, que protejan a las personas frente a las corrientes de fuga.

Se garantizará la protección contra contactos directos empleando al menos dos sistemas de protección.

Los circuitos pueden estar protegidos por un interruptor diferencial de fuga con una curva de sensibilidad que supere la exigencia de la curva C1 de la Figura 1 del Capítulo II del RETIE. La utilización de estos dispositivos no está reconocida como una medida de protección completa contra los contactos directos, sino que está destinada a aumentar o complementar otras medidas de protección contra contactos directos o indirectos en servicio normal; por lo tanto, no exime en modo alguno el empleo del resto de las medidas de seguridad enunciadas.

Sólo se aceptan como regímenes de conexión a tierra en Baja Tensión, el de conexión sólida o el de impedancia limitadora. Queda expresamente prohibido el régimen en el cual las funciones de neutro y de protección las cumple el mismo conductor.

En toda instalación domiciliaria interna, el conductor neutro y el conductor de puesta a tierra de un circuito deben ir aislados entre sí, solo deben unirse con un puente equipotencial en el origen de la instalación y antes de los dispositivos de corte, dicho puente equipotencial principal debe ubicarse lo más cerca posible de la acometida o del transformador.

En la utilización de la energía eléctrica para viviendas se adoptarán las medidas de seguridad, tanto para la protección de los usuarios como para la de las redes, especificadas según las características y potencia de los aparatos receptores. Las mismas medidas de seguridad, en la medida que pueda afectarles, se aplicarán también a las instalaciones de locales comerciales, oficinas y de usos similares.

Además de los preceptos que en virtud de éste Reglamento sean de aplicación a los locales públicos como sitios de espectáculos, hospitales y museos, deben cumplirse las medidas y previsiones específicas en función del riesgo que implica en los mismos un funcionamiento defectuoso de la instalación eléctrica.

- En todos los edificios de servicio al público, con alta concentración de personas, es decir, con más de 100 personas por cada piso o nivel, debe proveerse de un sistema de potencia de emergencia. Estos sistemas están destinados a suministrar automáticamente dentro de los 10 segundos siguientes al corte de energía eléctrica, a los sistemas de alumbrado y fuerza para áreas y equipos previamente definidos, y en caso de falla del sistema destinado a alimentar circuitos esenciales para la seguridad y la vida humana. Los sistemas de emergencia deben suministrar energía a los medios de comunicación, a las señales de salida, sistemas de ventilación, detección y alarma de sistemas contra incendio, bombas contra incendios, ascensores, sistemas de comunicación, procesos industriales y demás sistemas en los que la interrupción del suministro eléctrico puede producir serios peligros para la seguridad de la vida humana.
- Los grupos de baterías de acumuladores deben proveerse con un cargador automático en los sitios donde se requiera respaldo adicional de energía. Este sistema debe proveer autonomía por 90 minutos a plena carga sin que la tensión baje del 87,5% de su valor nominal. Adicionalmente, cuando aplique, en el cuarto de la planta de emergencia debe disponerse de tomacorrientes para el precalentado y para cualquier otro uso necesario.
- En las redes aéreas y subterráneas para la distribución de la energía eléctrica en baja tensión, se utilizarán materiales y elementos certificados y sus dimensiones, características y calidad cumplirán las especificaciones señaladas en las normas vigentes para cada uno de ellos.

Debido a la importancia de las bombas contra incendio como medio efectivo de seguridad de la vida en las edificaciones, se deben cumplir los siguientes requerimientos:

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

- Cuando requieran alimentación eléctrica externa esta debe proveerse independiente de la acometida eléctrica general, es decir, desde otra acometida o desde un grupo electrógeno de emergencia, evitándose que un incendio producido en la acometida o en la subestación afecte las instalaciones de la bomba contra incendio. Para ello pueden instalarse barreras cortafuego en el cableado.
- El control de la bomba debe efectuarse mediante un controlador certificado para bombas contra incendio.
- La fuente de energía debe ser confiable y tener la capacidad adecuada para transportar las corrientes de rotor bloqueado de la motobomba y de los equipos accesorios.
- Donde no se exijan o no se puedan montar bombas contra incendio, se pueden instalar sistemas automáticos de extinción por regaderas (instalaciones pequeñas).

Para evitar quemaduras y lograr una protección contra incendios, los materiales conectados de manera estable, susceptibles de producir arcos o chispas en servicio normal, deben de cumplir por lo menos una de las siguientes condiciones:

- Estar completamente encerrados en materiales resistentes a los arcos. Los materiales de las carcasas dispuestas alrededor de los materiales eléctricos, deben soportar las temperaturas más altas susceptibles de ser producidas por el material eléctrico.
- Estar separados de los elementos de la construcción por pantallas resistentes a los arcos.
- Estar instalados a una distancia suficiente de los elementos de la construcción, sobre los cuales los arcos y chispas podrían tener efectos perjudiciales, permitiendo una extinción segura de los mismos.
- Las partes accesibles de los equipos eléctricos, no deben alcanzar temperaturas susceptibles de provocar quemaduras a las personas y deben satisfacer los límites recogidos en la siguiente tabla.

| Partes accesibles | Materiales de las partes accesibles | Temperatura máxima (°C) |
|--|-------------------------------------|-------------------------|
| Elementos de control manual | Metálicos | 55 |
| | No metálicos | 65 |
| Previstas para ser tocadas pero no destinadas a ser tomadas con la mano. | Metálicos | 70 |
| | No metálicos | 80 |
| No destinadas a ser tocadas en servicio normal. | Metálicos | 80 |
| | No metálicos | 90 |

Tabla 45. Límites de temperatura – Equipo eléctrico.

En los cuartos de baño que contienen bañeras, duchas o lavamanos y las zonas circundantes, el riesgo de choque eléctrico aumenta en razón de la reducción de la resistencia eléctrica del cuerpo humano y de la del contacto del cuerpo con el potencial de tierra, por ello debe cumplirse lo siguiente:

- Para locales con bañeras o duchas para tratamiento médico se deben aplicar los requisitos especiales, referidos en el Art. 517 de la NTC 2050 del 25 de noviembre de 1998.
- Dentro de la zona donde está ubicada la bañera o ducha, se admite como protección, el uso de muy baja tensión de seguridad con tensiones nominales no superiores a 12 V ca, siempre y cuando la fuente de tensión de seguridad esté ubicada fuera de la zona.
- Ningún aparato eléctrico, como interruptores o tomacorrientes debe estar ubicado a menos de 60 cm de la puerta abierta de una cabina prefabricada para ducha.

Las instalaciones eléctricas para luminarias de piscinas deben alimentarse desde un transformador de aislamiento con 12 V de salida no puestos a tierra y con pantalla

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

electrostática entre los devanados. Dicho transformador y las luminarias deberán estar certificados para este uso particular y su primario deberá trabajar a una tensión menor o igual a 150 V. Un interruptor diferencial de falla a tierra, debe ser instalado en el circuito que alimente las luminarias que operan a más de 15 V.

Las cajas, conduletas y demás accesorios metálicos usados para encerramientos, conexión de tuberías o instalación de tomacorrientes o interruptores, deben ser resistentes a la corrosión. El galvanizado, esmalte o recubrimiento anticorrosivo debe aplicarse por dentro y por fuera después de realizado el maquinado.

Las cajas de lámina de acero de volumen inferior a 1640 cm³, deben estar fabricadas en acero de no menos de 1,6 mm de espesor. Las paredes de cajas o conduletas de hierro maleable y de aluminio, latón, bronce o cinc fundido o estampado permanente, no deben tener menos de 2,4 mm de espesor. Las cajas o conduletas de otros metales deben tener paredes de espesor no inferior a 3,2 mm.

Artículo 41º. REQUISITOS PARA INSTALACIONES HOSPITALARIAS

El objetivo primordial de este apartado es la protección de los pacientes y demás personas que laboren o visiten dichos inmuebles, reduciendo al mínimo los riesgos eléctricos que puedan producir electrocución o quemaduras en las personas e incendios y explosiones en las áreas médicas.

Las siguientes disposiciones se aplicarán tanto a los inmuebles dedicados exclusivamente a la asistencia médica de pacientes como a los inmuebles dedicados a otros propósitos pero en cuyo interior funcione al menos un área para el diagnóstico y cuidado de la salud, sea de manera permanente o ambulatoria. Convencionalmente se han tenido tres niveles de atención médica, dependiendo del grado de especialización; por tanto, este capítulo aplica a los niveles I (centros de salud con medicina general) y niveles II y III (hospitales y clínicas con diferentes grados de especialización).

La mayor importancia de este tipo de instalación, radica en que los pacientes en áreas críticas pueden experimentar electrocución con corrientes del orden de microamperios, que pueden no ser detectadas ni medidas, especialmente cuando se conecta un conductor eléctrico directamente al músculo cardíaco del paciente, por lo que es necesario extremar las medidas de seguridad.

Para efectos del presente Reglamento, en las instalaciones hospitalarias se debe cumplir lo establecido en la norma NTC 2050 del 25 de noviembre de 1998 y particularmente su sección 517, además de los requisitos que se dan a continuación:

- El adecuado diseño, construcción, pruebas de puesta en servicio, funcionamiento y mantenimiento, debe encargarse a profesionales especializados y deben seguirse las normas exclusivas para dichas instalaciones.
- Debe haber suficiente ventilación en los laboratorios para la extracción de los gases y mezclas gaseosas para análisis químicos, producción de llamas y otros usos. Igualmente para los sistemas de esterilización por óxido de etileno ya que por ser inflamable y tóxico, debe tener sistema de extracción de gases.
- Se debe efectuar una adecuada coordinación de las protecciones eléctricas para garantizar la selectividad necesaria, conservando así al máximo la continuidad del servicio.
- Las clínicas y hospitales que cuenten con acometida eléctrica de media tensión, preferiblemente deben disponer de una transferencia automática en media tensión que se conecte a dos alimentadores.
- En todo centro de atención hospitalaria de niveles I, II y III, debe instalarse una fuente alterna de suministro de energía eléctrica (una o más plantas de emergencia) que entren

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

en operación dentro de los 10 segundos siguientes al corte de energía del sistema normal. Además, debe proveerse un sistema de transferencia automática con interruptor de conmutador de red (by pass) que permita, en caso de falla, la conmutación de la carga eléctrica al sistema normal.

- En las áreas médicas críticas, donde la **continuidad** del servicio de energía es esencial para la seguridad de la vida, debe instalarse un sistema ininterrumpido de potencia (UPS) para los equipos eléctricos de asistencia vital, de control de gases medicinales y de comunicaciones.
- Debe proveerse un sistema de potencia aislado no puesto a tierra, aprobado para uso especial en áreas médicas críticas, en las áreas húmedas donde la interrupción de corriente bajo condiciones de falla no pueda ser admitida (algunas salas de cirugía), en las áreas donde se manejen anestésicos inflamables (áreas peligrosas), donde el paciente esté conectado a equipos que puedan introducir corrientes de fuga en su cuerpo y en otras áreas críticas donde se estime conveniente.
- El sistema de potencia aislado debe incluir un transformador de aislamiento para área crítica de hospital, un monitor de aislamiento de línea para 5 miliamperios y los conductores de circuito no conectados a tierra, todas estas partes deben ser perfectamente compatibles, si no son ensambladas por un mismo fabricante. Dicho sistema de potencia aislado debe conectarse a los circuitos derivados exclusivos del área crítica, los cuales deben ser construidos con conductores eléctricos de muy bajas fugas de corriente (microamperios).
- En las áreas mojadas donde la interrupción de corriente eléctrica bajo condiciones de falla pueda ser admitida, como en piscinas, baños y tinas terapéuticas, debe instalarse un interruptor diferencial de falla a tierra para la protección de las personas contra electrocución, así como junto a los lavamanos, independientemente de que estos se encuentren o no dentro de un baño.
- Con el fin de prevenir que la electricidad estática produzca chispas que generen explosión, en las áreas médicas donde se utilicen anestésicos inflamables y en las cámaras hiperbáricas, donde aplique, debe instalarse un piso conductor. Los equipos eléctricos no podrán fijarse a menos de 1,53 m. sobre el piso terminado (a no ser que sean a prueba de explosión) y el personal médico debe usar zapatos conductivos.
- Igualmente se debe instalar piso conductor en los lugares donde se almacenen anestésicos inflamables o desinfectantes inflamables. En estos lugares, cualquier equipo eléctrico a usarse a cualquier altura debe ser a prueba de explosión.
- Para eliminar la electricidad estática en los hospitales, debe cumplirse lo siguiente:
 - * Regular la humedad tal que no descienda del 50%.
 - * Mantener un potencial eléctrico constante en el piso de los quirófanos y adyacentes por medio de pisos conductivos.
 - * El personal médico que usa el quirófano debe llevar calzado conductor.
 - * El equipo a usarse en ambientes con anestésicos inflamables debe tener las carcasas y ruedas de material conductor.
 - * Los camisones de los pacientes deben ser de material antiestático.
- En todas las áreas de cuidado de pacientes, para dar protección contra electrocución, los tomacorrientes y equipos eléctricos fijos deben estar conectados a un sistema de puesta a tierra redundante, conformado por:
 - * Un conductor de cobre aislado debidamente calculado, instalado junto con los conductores de suministro del circuito derivado correspondiente y conectado tanto al terminal de tierra del tomacorriente como al punto de tierra del panel de distribución.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

- * Una canalización metálica que aloje en su interior al circuito derivado mencionado y conectada en ambos extremos al terminal de tierra.
- Los tableros o paneles de distribución de los sistemas normal y emergencia que alimenten la misma cama de paciente deben conectarse equipotencialmente entre sí mediante un conductor de cobre aislado de calibre no menor al No. 10 AWG.
- Los tomacorrientes que alimenten áreas de pacientes generales o críticos deben diseñarse para alimentar el máximo número de equipos que necesiten operar simultáneamente y deben derivarse desde al menos dos diferentes fuentes de energía o desde la fuente de energía de suplencia (planta de emergencia) mediante dos transferencias automáticas. Dichos tomacorrientes deben ser dobles con polo a tierra del tipo grado hospitalario. En áreas de pacientes generales debe instalarse un mínimo de 4 tomacorrientes y en áreas de pacientes críticos un mínimo de 6 tomacorrientes, todos conectados a tierra mediante un conductor de cobre aislado.
- En áreas de seguridad de pacientes psiquiátricos no debe haber tomacorrientes. Para protección contra electrocución en áreas pediátricas, los tomacorrientes de 125 V y 10 ó 20 A deben ser del tipo a prueba de abuso, o estar protegidos por una cubierta de este tipo. (No se aceptarán otros tomacorrientes o cubiertas en estas áreas).
- Todos los tomacorrientes del sistema de emergencia deben ser de color rojo y estar plenamente identificados con el número del circuito derivado y el nombre del tablero de distribución correspondiente. Todos los circuitos de la red de emergencia deben ser protegidos mecánicamente mediante canalización metálica no flexible.
- No se deben utilizar los interruptores automáticos, como control de encendido y apagado de la iluminación en un centro de atención hospitalaria.
- En áreas donde se utilicen duchas eléctricas, estas deben alimentarse mediante un circuito exclusivo, protegerse mediante interruptores de protección del circuito de falla a tierra y su conexión deberá ser a prueba de agua.
- Los conductores de los sistemas normal, de emergencia y aislado no puesto a tierra, no podrán compartir las mismas canalizaciones.
- Deberá proveerse el necesario número de salidas eléctricas de iluminación que garanticen el acceso seguro tanto a los pacientes, equipos y suministros como a las salidas correspondientes de cada área. Deben proveerse unidades de iluminación de emergencia por baterías donde sea conveniente para la seguridad de las personas y donde su instalación no cause riesgos.

Artículo 42º. REQUISITOS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS

El rayo es un fenómeno meteorológico de origen natural, cuyos parámetros son variables espacial y temporalmente. La mayor incidencia de rayos en el mundo, se da en las tres zonas de mayor convección profunda: América tropical, África central y norte de Australia. Colombia, por estar situada en la Zona de Confluencia Intertropical, presenta una de las mayores actividades de rayos del planeta; de allí la importancia de la protección contra dicho fenómeno, pues si bien los métodos desarrollados a nivel mundial se pueden aplicar, algunos parámetros del rayo son particulares para esta zona.

Por lo anterior, a partir de la entrada en vigencia del presente Reglamento Técnico, en instalaciones donde se tenga concentración de personas, tales como, viviendas multifamiliares, oficinas, hoteles, hospitales, centros educativos, centros comerciales, supermercados, parques de diversión, industrias, prisiones o aeropuertos, deben cumplirse los requisitos aquí establecidos, para la protección contra rayos, adoptados de la NTC 4552, siempre y cuando la evaluación del nivel de riesgo así lo determine.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

La protección se debe basar en la aplicación de un Sistema Integral de Protección, conducente a mitigar los riesgos asociados con la exposición directa e indirecta a los rayos. En general, una protección contra rayos totalmente efectiva no es técnica ni económicamente viable.

Evaluación del nivel de riesgo. Todo diseño de protección contra rayos debe realizarse con base en la evaluación del nivel de riesgo, para el sitio en particular donde se ubique la instalación.

El **diseño** debe realizarse aplicando el método electrogeométrico. La persona calificada, encargada de un proyecto debe incluir unas buenas prácticas de ingeniería de protección contra rayos, con el fin disminuir sus efectos, que pueden ser de tipo electromagnético, mecánico o térmico. En todos los casos se deben realizar los análisis de tensión de paso, de contacto y transferidas para garantizar que una persona con resistencia de 1000 Ω no vaya a soportar más de 30 J.

Los **componentes** del sistema de protección contra rayos deben cumplir con los siguientes requisitos:

- **Terminales de captación o pararrayos.** Cualquier elemento metálico de la edificación que se encuentre expuesto al impacto del rayo, como antenas de televisión, chimeneas, torres de comunicación, y cualquier antena o tubería que sobresalga debe ser tratado como un terminal de captación.

No se debe utilizar terminales de captación o pararrayos con elementos radiactivos.

En la siguiente tabla se presentan las características que deben cumplir los terminales de captación construidos especialmente para este fin.

| TIPO Y MATERIAL DEL TERMINAL | | Diámetro mínimo (mm) | Espesor mínimo (mm) | Calibre mínimo (AWG) | Ancho (mm) |
|------------------------------|--------|----------------------|---------------------|----------------------|------------|
| VARILLA | Cobre | 9,6 | no aplica | no aplica | no aplica |
| | Bronce | 8 | no aplica | no aplica | no aplica |
| | Acero | 8 | no aplica | no aplica | no aplica |
| CABLE | Cobre | 7,2 | no aplica | 2 | no aplica |
| | Acero | 8 | no aplica | no aplica | no aplica |
| TUBO | Cobre | 15,9 | 4 | no aplica | no aplica |
| | Bronce | 15,9 | 4 | no aplica | no aplica |
| LÁMINAS | Cobre | no aplica | 4 | no aplica | 12,7 |
| | Acero | no aplica | 4 | no aplica | 12,7 |
| | Hierro | no aplica | 5 | no aplica | 12,7 |

Tabla 46. Características de los terminales de captación.

- **Bajantes.** Las bajantes del sistema de protección contra rayos deben cumplir los requerimientos de la siguiente tabla.

| Altura de la estructura | Número mínimo de bajantes | Calibre mínimo del conductor de acuerdo con el material de este | |
|-------------------------|---------------------------|---|----------|
| | | Cobre | Aluminio |
| Menor que 25 m | 2 | 2 AWG | 1/0 AWG |
| Mayor que 25 m | 4 | 1/0 AWG | 2/0 AWG |

Tabla 47. Requerimientos para las bajantes.

Cada una de las bajantes debe terminar en un electrodo de puesta a tierra, estar separadas un mínimo de 10 m y siempre buscando que se localicen en las partes externas de la edificación.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

- La puesta a tierra de protección contra rayos, debe cumplir con lo establecido en el Artículo 15°, Capítulo II del presente Reglamento.

Artículo 43°. MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES

Los propietarios de las instalaciones incluidas en el presente Reglamento se hacen responsables de mantener las instalaciones en el debido estado de conservación y funcionamiento. Las prescripciones de carácter general que condicionan los suministros de energía eléctrica son las determinadas en las resoluciones de la CREG.

Para alcanzar los objetivos señalados en el presente artículo del Reglamento Técnico en relación con la seguridad, se efectuarán inspecciones periódicas de las instalaciones domiciliarias. **Las instalaciones ya construidas** a la entrada en vigencia del presente Reglamento, se deberán inspeccionar al menos una vez en los primeros **cinco años** de vigencia del mismo; para la segunda y posteriores revisiones **todas las** instalaciones deberán ser sometidas a una inspección en períodos no mayores a **diez años**. En el caso de hospitales y zonas clasificadas como peligrosas, debe hacerse cada **dos años**. El propietario de la instalación será responsable de que dichas inspecciones se efectúen en los plazos previstos y cubrirá el costo.

El Organismo de Inspección, conservará el original del formato de inspección y verificación de conformidad de todas las inspecciones que realice y entregará una copia del mismo con sus anexos técnicos al propietario y otra copia para el Operador que suministre el servicio.

Si como consecuencia de la inspección se detectaren defectos en la instalación, éstos deben ser corregidos en el plazo fijado por el inspector, salvo que existan razones debidamente motivadas, en cuyo caso podrá concederse un plazo mayor. No obstante, si la persona que ha realizado la inspección estima que dichos defectos pudieran ser causa de accidentes, informará al Ministerio de Minas y Energía, a la Superintendencia de Industria y Comercio o a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, según sea el caso, para que se fije un plazo más corto para la reparación de la instalación. En caso de que se aprecie grave peligro de accidente o un fraude de energía, propondrá el corte inmediato de suministro y comunicará en el menor tiempo posible al Operador de Red.

Así mismo, las empresas Operadoras de Redes de Distribución, Transmisoras o Generadoras de energía eléctrica, bajo el control y vigilancia de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, podrán solicitar autorización a ésta Superintendencia para que la inspección oficial se efectue mediante técnicas de control estadístico de la calidad de las obras, siempre que posean capacidad para efectuar permanentemente el control de sus instalaciones así como para planear y realizar oportuna y adecuadamente su mantenimiento.

Las empresas Operadoras de Redes de Distribución, Transmisoras y Generadoras de energía eléctrica, deben dejar siempre un registro escrito de las pruebas y de las rutinas de mantenimiento tanto de las instalaciones en general como de cada uno de los equipos eléctricos y equipos de utilización para programar las paradas por mantenimiento con suficiente tiempo de manera que no se afecte ni arriesgue la operación de los equipos y sistemas a alimentar.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

CAPÍTULO VIII

PROHIBICIONES

Artículo 44°. RESIDUOS NUCLEARES Y DESECHOS TÓXICOS

En consideración a que el Artículo 81 de la Constitución Nacional, prohíbe la introducción al territorio nacional de residuos nucleares y de desechos tóxicos y que según la resolución No. 189 del 15 de julio de 1994 del Ministerio de Medio Ambiente, por la cual se dictaron regulaciones para impedir la introducción al territorio nacional de residuos peligrosos, como los compuestos halogenados, incluyendo los Bifenilos y Terfenilos Policlorados y Polibromados (PCB y PCT), además de los Asbestos en todas sus formas, incluyendo el Amianto; por ser materiales que se han empleado en equipos eléctricos, el presente Reglamento Técnico avala expresamente estas prohibiciones.

Para mayor claridad, en la siguiente tabla se presentan los nombres comerciales más comunes para las mezclas de PCB (*Askarel es el término más conocido):

| | | | |
|----------------------|-----------|--------------------|--------------------------|
| Aceclor | Clophen | Geksol | P-926 |
| Arubren | Chlorinol | Hivar | Phenoclor |
| ALC | Clorphen | Hydol | Pydraul |
| Apirolío | Chlorofen | Hyvol | Pyralene |
| Arochlor | Disconon | Inclor | Pyranol |
| Asbestol | Diaclor | Inerteen | Pyroclor |
| ASK | DK | Kanechlor | Polychlorinated Biphenyl |
| Askarel* | Dykanol | Kennechlor | Santotherm |
| Adkarel | EEC-18 | Magvar | Saf-T-Kuhl |
| Capacitor 21 | Dialor | MCS 1489 | Santovac 1 and 2 |
| Bakola | Delor | Montar | Sovtol |
| Biclor | Eucarel | Monter | Solvol |
| Chlorinated Biphenyl | Elemex | Nepolin | S-42 |
| Chlorobiphenyl | Fenchlor | Nitrosovol | Sovol |
| Chlorextol | Geksol | No-Flamol | Therminol FR |
| Chlorinated Diphenyl | Hivar | Líquido inflamable | Trichlorodiphenyl |
| Duconol | | P-53 | Turbinol |
| | | PCB | Siclonyl |

Tabla 48. Nombres comerciales de PCB

A partir de la entrada en vigencia del presente Reglamento Técnico, queda prohibida la instalación, fabricación e importación de pararrayos o terminales de captación con material radiactivo.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE

CAPÍTULO IX

DISPOSICIONES TRANSITORIAS

Artículo 45º. DISPOSICIONES TRANSITORIAS.

Las instalaciones construidas antes de la fecha de entrada en vigencia del presente Reglamento, no están obligadas a cumplir las prescripciones en él contenidas, siempre y cuando se hayan ceñido a las normas establecidas por el Gobierno o por la empresa del sector eléctrico, vigentes en el momento de su construcción.

No obstante lo dispuesto en el párrafo anterior, si la instalación presenta una condición que implique un riesgo inminente para la seguridad de las personas, su propietario o usufructuario deberá realizar las modificaciones acordes con el presente Reglamento. Las autoridades competentes podrán exigir las adecuaciones en estos casos.

Las empresas del sector eléctrico disponen de seis meses, contados a partir de la publicación en el diario oficial del presente Reglamento para modificar sus normas de diseño y construcción de instalaciones eléctricas, que sean contrarias al presente Reglamento Técnico.

Durante los primeros 18 meses siguientes a la entrada en vigencia del presente Reglamento, para la verificación de conformidad de las instalaciones eléctricas se tendrá en cuenta lo establecido en el numeral 9 del Capítulo X.

Se concede el plazo de un año, contado a partir de la entrada en vigencia del presente Reglamento, para que quienes teniendo instalados pararrayos o terminales de captación radiactivos, carezcan de autorización como instalación radiactiva por parte del Ministerio de Minas y Energía o la entidad que éste delegue, para tramitarla con el lleno de los requisitos respectivos. Quienes no tramiten la autorización, en el mismo plazo de un año, deben contratar la gestión para que sean dispuestos como desechos radiactivos.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

CAPÍTULO X

VIGILANCIA Y CONTROL

Artículo 46°. ENTIDADES DE VIGILANCIA

Corresponde a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, el control y la vigilancia de las empresas de generación, transporte, transformación y distribución de la energía eléctrica.

La Superintendencia de Industria y Comercio, por su carácter de protectora de los derechos de los consumidores, ejerce jurisdicción sobre los productos y equipos eléctricos, para garantizar que se utilicen los materiales correctos por las personas idóneas en todas las instalaciones eléctricas.

El Ministerio de Minas y Energía fijará las políticas en materia de reglamentos y normas técnicas aplicables y dará respaldo a las dos anteriores entidades, en cabeza de las cuales está la labor de vigilancia y control.

Es responsabilidad de la empresa de distribución de energía eléctrica, conocida en Colombia como el Operador de Red (OR), asegurarse antes de prestar el servicio, que las instalaciones eléctricas destinadas al uso final de la electricidad cuenten con el certificado de conformidad con el presente Reglamento, expedido por un ente acreditado por la SIC, o habilitado por el Ministerio de Minas y Energía, según la potencia instalada y localización de la instalación.

Sin perjuicio de las atribuciones específicas concedidas por el Estado a los profesionales, todas las instalaciones eléctricas se proyectarán, construirán y dirigirán por personas calificadas con matrícula profesional vigente que los habilite para cada caso en particular.

El Ministerio de Minas y Energía o la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios ejercerán control sobre el cumplimiento del presente Reglamento por parte de las Empresas suministradoras de energía eléctrica y los instaladores autorizados y si se comprobaren deficiencias en la misma, elaborará el expediente oportuno, proponiendo o aplicando las sanciones previstas en el presente Reglamento.

Artículo 47°. EVALUACION DE CONFORMIDAD

El esquema de demostración de la conformidad estará basado en el Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología.

1. Certificación de conformidad de productos

Los materiales, aparatos, máquinas, conjuntos y subconjuntos, a ser utilizados en las instalaciones eléctricas en Colombia, a los que se refiere este Reglamento Técnico, deben cumplir los requisitos del presente Reglamento que les sean de aplicación y demostrarlo a través del certificado de conformidad de que trata el presente Capítulo, previo a su comercialización. No se podrá prohibir, limitar, ni obstaculizar la comercialización, ni la puesta en funcionamiento de los productos que cumplan con las disposiciones del presente Reglamento Técnico.

La elección de los materiales eléctricos y su instalación estará en función de la seguridad, su uso y empleo e influencia del entorno electromagnético. Los criterios básicos de selección son:

- Tensión: La nominal de la instalación.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

- Corriente: Que trabaje con la corriente de operación normal.
- Frecuencia: Se debe tomar en cuenta la frecuencia de servicio cuando influya en las características de los materiales.
- Potencia: Que no supere la potencia de servicio.
- Corriente de cortocircuito: Los equipos deben soportar las corrientes de cortocircuito previstas
- Compatibilidad de materiales: No deben causar deterioro en otros materiales, en el medio ambiente ni en las instalaciones eléctricas adyacentes.
- Tensión de ensayo dieléctrico: Tensión asignada mayor o igual a las sobretensiones previstas.
- Otras características: Otros posibles parámetros eléctricos a tener en cuenta (por ejemplo el factor de potencia, tipo de servicio, etc.)
- Características de los materiales en función de las influencias externas (medio ambiente, condiciones climáticas, corrosión, altitud, etc.)

Previamente a su comercialización, los fabricantes, importadores o comercializadores de los productos sometidos a este Reglamento Técnico, deben demostrar su cumplimiento a través de un Certificado de Conformidad expedido por un Organismo de Certificación de Producto acreditado por la Superintendencia de Industria y Comercio, de acuerdo con los procedimientos establecidos en los artículos 7º y 8º del Decreto 2269 de Noviembre 16 de 1993.

La Certificación de Conformidad de productos se puede realizar bajo cualquiera de los siguientes sistemas de certificación:

- Ensayos de tipo y evaluación del sistema de calidad de la fábrica y su aceptación, seguidos de un control que tiene en cuenta a la vez, la auditoría del sistema de calidad de la fábrica y los ensayos de verificación de muestras tomadas en el comercio y en la fábrica. En este sistema el fabricante posee sello de conformidad y puede comercializar libremente el producto.
- Ensayo de tipo seguido de un control que consiste en ensayos de verificación de muestras tomadas en el comercio y en la fábrica. En este sistema se deben tomar muestras por lo menos una vez al año, según la producción anual promedio o la importación anual promedio.

Los ensayos de tipo, deberán ajustarse a los requisitos establecidos para la certificación de productos y deberán ser validados por el organismo de certificación.

El ensayo de tipo seguido de un control que consiste en ensayos de verificación de muestras tomadas en el comercio, se aplicará por determinación de la Superintendencia de Industria y Comercio o el Ministerio de Minas y Energía.

La certificación de conformidad debe ser expedida por organismos de certificación de productos acreditados por la Superintendencia de Industria y Comercio, sin perjuicio de las disposiciones transitorias del presente Reglamento.

2. Certificación de conformidad para importación de productos de uso directo y exclusivo del importador

Los certificados de conformidad se emiten de acuerdo con la Resolución 6050 de 1999 y sus modificaciones descritas en la Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio, a personas naturales o jurídicas para que puedan importar productos sujetos a Reglamentos Técnicos, cuyo control y vigilancia corresponde a la Superintendencia de Industria y Comercio, los cuales serán única y exclusivamente para uso directo del solicitante.

El usuario solicita por escrito la certificación dando los datos exactos sobre el bien que importa y cuyo control esta a cargo de la Superintendencia de Industria y Comercio. La entidad evalúa, verifica y emite el certificado correspondiente.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

3. Principales regulaciones para el trámite

Para efectos del presente Reglamento Técnico, se deben cumplir, entre otras, las siguientes disposiciones legales, emitidas por las autoridades Colombianas, en lo que se relaciona con el certificado de conformidad de productos:

- Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio, publicada en el diario oficial 44511 del 06 de agosto de 2001, que es un solo cuerpo normativo de la SIC.
- Decreto 2269 de 1993, por el cual se organiza el Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología.
- Decreto 300 de 1995, por el cual se establece el procedimiento para verificar el cumplimiento de las normas técnicas colombianas oficiales obligatorias y los reglamentos técnicos en los productos importados.
- Decisión 506 de 2001, de la Comunidad Andina de Naciones, sobre certificados de conformidad de producto.
- Decisión 562 de 2003, de la Comunidad Andina de Naciones.

4. Acreditación

Las entidades interesadas en los procesos de certificación deben cumplir con los requisitos exigidos en la Resolución 8728 del 2001 o la que la sustituya o modifique emitida por la Superintendencia de Industria y Comercio, según el tipo y modalidad de acreditación y dentro de los plazos fijados por ella.

Las entidades de certificación de productos relacionados con las instalaciones eléctricas, los organismos de inspección y los laboratorios de ensayo y calibración, deben cumplir las normas establecidas por el Organismo Nacional de Acreditación.

Cada organismo acreditado sólo podrá hacer referencia a esta condición para las certificaciones, inspecciones, ensayos o mediciones para las cuales haya sido acreditado, de conformidad con el acto administrativo que le concede tal condición.

5. Organismos de certificación

De acuerdo con lo establecido por la Superintendencia de Industria y Comercio, en el título cuarto de la Circular Única, las entidades facultadas para expedir certificados de conformidad con reglamentos técnicos, son:

- Superintendencia de Industria y Comercio, únicamente en los casos de importaciones de bienes para uso personal.
- Organismos de Certificación acreditados por la Superintendencia de Industria y Comercio.
- Organismos de Certificación reconocidos por tratados internacionales.

6. Laboratorios de pruebas y ensayos

Atendiendo a lo dispuesto en la resolución 6050 de 1999 de la SIC en su Art.4 y demás normas que aclaren, complementen o modifiquen, cuando los ensayos requeridos para la expedición de los certificados de conformidad se efectúen en Colombia, deben ser realizados en laboratorios acreditados por la SIC. En caso de no existir laboratorio acreditado para la realización de estos ensayos, se podrán efectuar en laboratorios evaluados previamente por los organismos de certificación; dicho laboratorio deberá iniciar su proceso de acreditación dentro del año siguiente a la prestación del primer servicio bajo ésta condición. Si vencido el plazo de dos años contados a partir del primer servicio prestado en este supuesto, este

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

laboratorio no ha obtenido su acreditación respectiva, el Organismo de Certificación no podrá seguir utilizando sus servicios.

"Resolución 15657 de 1999 de la SIC en su Art.2- Para los efectos previstos en el artículo 2 de la resolución 6050 de 1999 de la SIC, cuando no exista en Colombia laboratorio de pruebas acreditado para la realización de un ensayo específico, serán válidos los certificados de conformidad emitidos por organismos de certificación acreditados por entidades respecto de los cuales se haya demostrado previamente ante esta Superintendencia, que son parte de acuerdos multilaterales de reconocimiento mutuo de la acreditación."

7. Rotulado.

Los materiales y elementos utilizados en la construcción, montaje, reparación o reformas de las instalaciones eléctricas relacionados en el Artículo 17 de este Reglamento, deben estar rotulados con la información allí establecida.

Los materiales, aparatos y equipos receptores utilizados en las instalaciones eléctricas, cumplirán en lo que se refiere a condiciones de seguridad técnica y dimensiones, lo determinado en los preceptos de este Reglamento.

Todo material, aparato o equipo receptor usado en la construcción de una instalación eléctrica, deberá estar rotulado de un **modo indeleble y perdurable** con la información sobre sus características técnicas, el nombre y la marca del fabricante.

Los fabricantes e importadores de bienes y servicios sujetos al cumplimiento de reglamentos técnicos cuyo control corresponde a la Superintendencia de Industria y Comercio, deben estar inscritos en el registro obligatorio de dicha entidad, a que hace referencia el capítulo primero del título cuarto de la Circular Única de la SIC.

8. Inspección y certificación de conformidad de instalaciones

Todas las instalaciones eléctricas construidas en Colombia a partir de la entrada en vigencia del presente Reglamento deben tener su "**Certificado de Conformidad**" con el presente Reglamento, el cual debe ser expedido por una entidad acreditada por el Organismo Nacional de Acreditación o habilitada por la entidad o entidades que el Ministerio de Minas y Energía determine. Salvo en los casos de emergencia, los Operadores de Red, no autorizarán la conexión y el funcionamiento de una instalación eléctrica para uso final, si no cuenta con el Certificado de Conformidad.

Se verificará el cumplimiento del presente Reglamento durante la vida útil de la instalación mediante inspecciones técnicas, el período de tiempo entre dos inspecciones seguidas no podrá ser mayor a 10 años; la verificación será requisito para la continuación de la prestación del servicio. Adicionalmente en la inspección se verificará que la instalación no presente irregularidades que permitan el fraude de energía, ya que éstas además de ser delictuosas pueden comprometer la seguridad de la Instalación.

Dependiendo la potencia instalada y la localización de la instalación, la certificación de la conformidad con el presente reglamento se hará bajo el siguiente esquema.

- 1) Las instalaciones eléctricas destinadas al uso final de la electricidad, localizadas en zonas urbanas con poblaciones mayores de 50.000 habitantes o las instalaciones con capacidad instalada mayor a 150 kVA en cualquier parte del país, deberán ser certificadas por un **Organismo de Inspección debidamente acreditado** por el Organismo Nacional de Acreditación.
- 2) En las instalaciones eléctricas destinadas al uso final de la electricidad, localizadas en zonas urbanas de poblaciones menores a 50000 habitantes o en zonas rurales o en asentamientos subnormales de ciudades, cuya capacidad instalada no supere 150 kVA y

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

tensión de 13,8 kV se podrá determinar la conformidad mediante un informe de resultado de la inspección, donde se haga manifestación expresa del cumplimiento de las pruebas de la instalación, suscrito por **una persona habilitada** por la entidad o entidades que el Ministerio de Minas y Energía determine.

- 3) Las instalaciones eléctricas destinadas a la prestación del servicio de generación, transmisión, transformación y distribución de electricidad, deben contar con el certificado de conformidad con el presente Reglamento, expedido por un ente acreditado por el Organismo Nacional de Acreditación.

La verificación de la instalación debe ser por examen visual, por pruebas o por certificaciones, para garantizar que las condiciones de ejecución de la instalación sean las correctas y que sea apta para el uso previsto.

Adicional a los principios de independencia, imparcialidad e integridad y demás requerimientos exigidos por el Organismo Nacional de Acreditación, **para efectos de la certificación de conformidad de las instalaciones eléctricas**, la inspección de la instalación debe hacerse por ingenieros electricistas o electromecánicos, tecnólogos en electricidad o técnicos electricistas, con matrícula profesional vigente, siempre que acrediten su competencia laboral para este tipo de actividad y de acuerdo con la siguiente clasificación:

- Los ingenieros, podrán inspeccionar todo tipo de instalación eléctrica.
- Los tecnólogos podrán inspeccionar instalaciones eléctricas residenciales, comerciales, oficiales o industriales, cuya potencia instalada no supere los 112,5 kVA o aquellas que alimenten a no más de 20 usuarios. Si se trata de redes de distribución, podrán inspeccionar instalaciones con tensión no mayor a 13,8 kV o aquellas con potencia instalada no mayor a 150 kVA ó redes que alimenten a no más de 100 usuarios.
- Los técnicos podrán inspeccionar instalaciones eléctricas residenciales, comerciales, oficiales o industriales, cuya potencia instalada no supere los 75 kVA o aquellas que alimenten a no más de 10 usuarios. Si se trata de redes de distribución, podrán inspeccionar instalaciones con tensión no mayor a 13,8 kV o aquellas con potencia instalada no mayor a 112,5 kVA ó redes que alimenten a no más de 50 usuarios.

Los operadores de red deben tener a disposición de los usuarios la lista actualizada de los organismos acreditados y/o habilitados para certificar la conformidad de instalaciones eléctricas.

Para determinar la conformidad con este Reglamento, el Ministerio de Minas y Energía, mediante resolución, establecerá las condiciones que deben cumplir las personas habilitadas para la inspección de las instalaciones eléctricas que no se les exige la certificación expedida por una entidad acreditada por el Organismo Nacional de Acreditación.

Los propietarios o administradores de una instalación eléctrica de uso comercial, industrial, oficial o residencial multifamiliar, deben mantener disponible una copia del Informe de Inspección y Verificación de Conformidad, para ser consultado por la autoridad competente o el Operador de red.

Cuando se realicen modificaciones a las instalaciones eléctricas destinadas al uso final de la electricidad, el propietario o administrador de las mismas, se responsabilizará que tales trabajos sean ejecutados por personal calificado que tome las medidas necesarias para adaptarlas a las condiciones de seguridad establecidas en el presente Reglamento. De las modificaciones se debe dejar constancia documentada disponible para la autoridad competente o el Operador de Red.

El informe de resultado de la inspección y pruebas de la instalación destinada al uso final de la electricidad, deberá determinar el cumplimiento o incumplimiento de los datos que apliquen, relacionados en el siguiente formato.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RETIE)
INFORME DE INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE CONFORMIDAD

No.

Lugar y fecha _____

Propietario de la Obra: _____

Tipo de proceso: Generación Transmisión Transformación Distribución Utilización

Tipo de uso de la instalación: Residencial Comercial Industrial Oficial Hospitalaria

Capacidad instalada (kVA): _____ Tensión (V) _____ Año construcción instalación _____

Persona responsable del diseño: _____ Mat. Prof. _____

Persona responsable de la construcción: _____ Mat. Prof. _____

Persona responsable de la interventoría (si la hay): _____ Mat. Prof. _____

| ÍTEM | ASPECTO A EVALUAR | APLICA | CUMPLE | NO CUMPLE |
|------|---|--------|--------|-----------|
| 1 | Accesibilidad a todos los dispositivos de control y protección. | | | |
| 2 | Bomba contra incendio. | | | |
| 3 | Continuidad de los conductores de tierras y conexiones equipotenciales. | | | |
| 4 | Corrientes en el sistema de puesta a tierra. | | | |
| 5 | Dispositivos de seccionamiento y mando. | | | |
| 6 | Distancias de seguridad | | | |
| 7 | Ejecución de las conexiones. | | | |
| 8 | Ensayo de polaridad. | | | |
| 9 | Ensayo dieléctrico específico. | | | |
| 10 | Ensayos funcionales. | | | |
| 11 | Existencia de memorias de cálculo | | | |
| 12 | Existencia de planos, esquemas, avisos y señales. | | | |
| 13 | Funcionamiento del corte automático de la alimentación. | | | |
| 14 | Identificación de conductores de neutro y de tierras. | | | |
| 15 | Identificación de los circuitos y de tuberías. | | | |
| 16 | Materiales acordes con las condiciones ambientales. | | | |
| 17 | Niveles de iluminación | | | |
| 18 | Protección contra efectos térmicos. | | | |
| 19 | Protección contra electrocución por contacto directo. | | | |
| 20 | Protección contra electrocución por contacto indirecto | | | |
| 21 | Resistencia de puesta a tierra. | | | |
| 22 | Resistencia de suelos y paredes. | | | |
| 23 | Resistencias de aislamiento. | | | |
| 24 | Selección de conductores. | | | |
| 25 | Selección de dispositivos de protección contra sobrecorrientes. | | | |
| 26 | Selección de dispositivos de protección contra sobretensiones | | | |
| 27 | Sistema de protección contra rayos. | | | |
| 28 | Sistemas de emergencia | | | |
| 29 | Valores de campos Electromagnéticos | | | |

NOTA: En instalaciones de viviendas y pequeños comercios, los ítems a verificar son: 1, 3, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 23, 24 y 25

OBSERVACIONES, MODIFICACIONES Y ADVERTENCIAS ESPECIALES (si las hay)

RESULTADO: APROBADA CONDICIONADA NO APROBADA

Persona calificada responsable de la inspección: Nombre _____

Firma _____ Documento de identidad _____ Mat. Prof. _____

Acreditación o habilitación _____

Las modificaciones a la red ejecutadas directamente por personal del Operador de Red o por personal calificado de terceros bajo la supervisión de personal del Operador de Red, deben ser adaptadas a las condiciones de seguridad establecidas en el presente Reglamento. Tales modificaciones deben documentarse y estar disponibles en una dependencia del Operador de Red, de manera que sea de fácil acceso por la autoridad competente.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

Las instalaciones eléctricas realizadas para atender situaciones de emergencia, deben ser ejecutadas por personal calificado y podrán entrar en servicio sin el certificado de conformidad. Si la instalación requiere una permanencia mayor a seis meses, debe ser certificada.

En los casos en que exista un inminente peligro que atente contra la salud o la vida, causada por deficiencias en las instalaciones, se deberá desenergizar la instalación comprometida. Esta interrupción, será realizada por personal del operador de red o por personal calificado; para ello deberá comunicarse en el menor tiempo posible al Operador de Red, con la identificación de quien realice el corte y la exposición de las causas y circunstancias que motivaron la medida.

Si el Operador de Red o el propietario de cualquier instalación eléctrica no corrige la condición peligrosa, quienes se consideren afectados comunicarán del hecho a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, si la instalación está destinada a la prestación del servicio público de energía eléctrica, o a la Superintendencia de Industria y Comercio o quien haga sus veces, si se trata de una instalación para el servicio final de la electricidad. Igualmente el afectado podrá acudir a una acción popular tal como lo establece la Ley 472 de 1998, reglamentaria del Artículo 88 de la Constitución Nacional.

9. Régimen transitorio para la certificación de la conformidad de las instalaciones.

Durante los primeros 18 meses siguientes a la entrada en vigencia del presente Reglamento, para la verificación de conformidad de las instalaciones eléctricas, se tomará como válido uno de los siguientes documentos:

- A) Certificado de conformidad expedido por una entidad acreditada por el Organismo Nacional de Acreditación.
- B) Dictamen del cumplimiento de los requisitos de la instalación certificado por una persona habilitada por el Ministerio de Minas y Energía o la entidad o entidades que éste delegue.
- C) Acta de Recibo de Conformidad firmada por el Constructor y el Interventor de la obra, para las instalaciones de los Operadores de Red, Transmisores o Generadores, destinadas a la prestación del servicio público de electricidad. El interventor, no podrá pertenecer a la misma área de diseño o construcción de la obra y debe contar con su matrícula profesional vigente que lo habilite para este tipo de actividades.

El Ministerio de Minas y Energía podrá definir requisitos adicionales, durante la transitoriedad contemplada en el presente Reglamento.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

CAPÍTULO XI

REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN

Artículo 48º. REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN.

El contenido del presente Reglamento Técnico, expedido por el Ministerio de Minas y Energía siguió los procedimientos y metodologías aceptados por el acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio. La revisión y actualización del Reglamento se efectuará de conformidad con lo dispuesto en el artículo tercero de la presente Resolución.

En este sentido será el Ministerio de Minas y Energía, el órgano competente, para su interpretación y modificación. Lo podrá hacer de oficio o por solicitud de terceros. No obstante, en aquellos casos relacionados con procedimientos de certificación, donde se trate de productos utilizados en el sector eléctrico, la Superintendencia de Industria y Comercio podrá convocar un Comité Técnico Sectorial constituido por autoridades públicas y expertos, para analizar, interpretar y revisar asuntos relacionados con el presente Reglamento, de acuerdo con la Resolución 8728 de 2001 de la Superintendencia de Industria y Comercio.

Es entendido que los generadores, transmisores, distribuidores, instaladores y usuarios de las instalaciones, así como los fabricantes, distribuidores o importadores de productos, se deben regir por lo establecido en el presente Reglamento, sin perjuicio de lo establecido por otras autoridades Colombianas.

En atención al desarrollo técnico y en casos excepcionales o situaciones objetivas suficientemente justificadas, el Ministerio de Minas y Energía, autorizará requisitos técnicos diferentes de los incluidos en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas. Por su carácter menos permanente y de evolución constante, el Ministerio de Minas y Energía podrá revisarlas discrecionalmente a fin de que los citados requisitos estén perfectamente adaptados al nivel de desarrollo tecnológico, en cada circunstancia.

Aplicación de nuevas técnicas. Cuando el diseñador de una instalación prevea la utilización o aplicación de nuevas técnicas o se planteen circunstancias no previstas en el presente Reglamento, podrá justificar la introducción de innovaciones técnicas señalando los objetivos, así como las normas internacionales y prescripciones que aplica. El Ministerio de Minas y Energía podrá aceptar o rechazar el proyecto en razón a que resulten o no justificadas las innovaciones que contenga, de acuerdo con los objetivos legítimos.

Las empresas del sector eléctrico, podrán proponer preceptos complementarios, señalando las condiciones técnicas de carácter concreto que sean esenciales para conseguir mayor seguridad en las instalaciones eléctricas. Estas normas deben ajustarse a los preceptos de este Reglamento y serán planteadas ante la Dirección de Energía del Ministerio de Minas y Energía.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

CAPÍTULO XII

RÉGIMEN SANCIONATORIO

Artículo 49°. REGIMEN SANCIONATORIO.

Las infracciones de los requisitos del presente Reglamento Técnico, se sancionarán de acuerdo con lo establecido en la Legislación Colombiana vigente, especialmente las leyes 142 de 1994, 51 de 1986 y 19 de 1990. En el ámbito de sus respectivas intervenciones podrán estar incurso en las responsabilidades a que se refiere este artículo, el diseñador del proyecto, el funcionario que autorice la licencia de construcción, el constructor, el fabricante, distribuidor o importador del material o producto, el técnico o instalador, o quien certificó el cumplimiento de las condiciones técnicas y reglamentarias para la puesta en servicio, el encargado del mantenimiento de las instalaciones, la entidad que haya efectuado las revisiones periódicas, el operador de red que aprobó el servicio y los usuarios.

Sin perjuicio de las comprobaciones y demás acciones legales que realicen las autoridades competentes, la responsabilidad por las infracciones a los preceptos de este Reglamento Técnico, corresponde a los autores de dichas infracciones.

El contratante o dueño de una obra, es solidariamente responsable con el contratista por el valor de las sanciones a que se haga acreedor, cuando se comprueben las infracciones al presente Reglamento.

En razón al comprobado ALTO RIESGO DE LA ELECTRICIDAD, se presume, salvo prueba en contrario, autores de las infracciones a los preceptos contenidos en el presente reglamento, a los siguientes agentes:

- a) A las empresas de servicios públicos de electricidad, en lo referente a **deficiencias en sus instalaciones**, requeridas para la prestación del servicio, y **deficiencias en instalaciones de terceros a las que se les preste el servicio sin el lleno de los requisitos**. Cuando haya algún tipo de accidente de origen eléctrico en estas instalaciones, la carga de la prueba será de la empresa de servicio público.
- b) A los diseñadores, constructores e interventores, en cuanto a las **deficiencias técnicas en las instalaciones**.
- c) A los organismos acreditados para la certificación de conformidad tanto de las instalaciones como de los productos por la **expedición indebida de certificados**.
- d) A los fabricantes, comercializadores e importadores, en cuanto a las **deficiencias en los productos utilizados en las instalaciones**.
- e) A los usuarios, en cuanto **al uso inapropiado de sus instalaciones o modificaciones sin el debido cumplimiento de los requisitos técnicos**.

Quien se considere afectado por la actuación indebida de una persona que realice trabajos en instalaciones eléctricas, debe denunciar los hechos ante la justicia ordinaria.

Si la persona responsable de la infracción ostenta matrícula profesional que lo habilite para realizar actividades relacionadas con la electricidad, deberá informarse al Ministerio de Minas y Energía o a los Consejos Profesionales respectivos los hechos que motivaron la queja para tomar las medidas pertinentes de acuerdo con el régimen de sanciones establecido para cada caso. Los investigados deben responder, bien sea que actuaron a título personal o como funcionarios de una empresa del sector eléctrico o de una empresa privada, oficial o mixta.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

Artículo 50°. INFRACCIONES.

Las infracciones a las disposiciones del presente Reglamento Técnico se clasificarán en leves, graves y gravísimas.

1. Son infracciones leves.

- **Incumplir al menos un requisito del Reglamento o no entregar oportunamente la información** que se requiera, relacionada con las instalaciones eléctricas, de conformidad con el Reglamento y siempre que a juicio del organismo competente, carezca de trascendencia grave para la seguridad, protección o salvaguardia de la vida.
- **El incumplimiento de las prescripciones legales y reglamentarias**, cuando a juicio del órgano competente no tenga trascendencia grave para la seguridad, protección o salvaguardia de la vida.
- **No facilitar las actuaciones de la autoridad competente**, cuando sólo se trate de un retraso en el cumplimiento de obligaciones de información, comunicación o comparecencia.

2. Son infracciones graves.

- **Omitir la implementación** de los sistemas, medio o equipos de seguridad, protección, o salvaguardias que sean obligatorios de conformidad con este Reglamento Técnico.
- **No exigir las acreditaciones, autorizaciones o requisitos de seguridad social**, necesarias para el personal que labore en una obra relacionada con instalaciones eléctricas.
- **No firmar y registrar con el número de matrícula profesional** los documentos que acrediten la persona que diseñó, construyó o realizó la interventoría de la instalación.
- **Incumplir las disposiciones legales o reglamentarias**, cuando a juicio de la autoridad competente, se corra un riesgo eléctrico evidente atribuible a una persona calificada.
- **Impedir o retrasar las actividades de inspección** con acciones y omisiones, siempre que, a juicio de la entidad competente, no se puedan considerar como infracciones leves.
- **Contratar personas no calificadas** para la ejecución de una obra eléctrica en particular.

3. Son infracciones gravísimas:

- **Reincidir en violaciones** al presente Reglamento.
- La inobservancia de las disposiciones sobre prevención, seguridad o protección, previstas en el presente Reglamento, cuando a juicio de la entidad competente, éstas generen un riesgo de origen eléctrico con **probabilidad de muerte o alteración grave del medio ambiente**.
- Realizar las prácticas o actividades **sin la acreditación correspondiente**, conforme a las leyes colombianas.
- No suspender las prácticas o actividades relacionadas con las instalaciones eléctricas, cuando así lo haya determinado la autoridad competente.
- Facilitar o ejercer actividades que conduzcan a la configuración de fraudes de energía en las instalaciones eléctricas.

Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

Artículo 51º. SANCIONES

Las sanciones que por incumplimiento o infracción de los preceptos e instrucciones de este Reglamento Técnico se impongan a las entidades o personas responsables de las mismas, tendrán el carácter de económicas, profesionales o ambas a la vez.

Sin perjuicio de las responsabilidades civil o penal a que haya lugar, las infracciones se sancionarán de acuerdo con los siguientes regímenes sancionatorios, así:

- Las empresas de servicios públicos por el régimen establecido en la Ley 142 y 143 de 1994 y demás normas que las modifiquen o complementen.
- Los profesionales a que hace referencia la Ley 51 de 1996, con el régimen establecido en el Código de Etica profesional de los Ingenieros, profesiones afines y profesiones auxiliares de que trata los Títulos IV y V de la Ley 842 de 2003.
- Los tecnólogos en electricidad con el régimen establecido en el Código de Etica profesional de los Ingenieros, profesiones afines y profesiones auxiliares de que trata los Títulos IV y V de la Ley 842 de 2003.
- Los técnicos electricistas a que hace referencia la Ley 19 de 1990, con el régimen establecido en el Código de Etica profesional de los Ingenieros, profesiones afines y profesiones auxiliares de que trata los Títulos IV y V de la Ley 842 de 2003.
- Los usuarios por el Estatuto del Usuario (Resolución CREG 108 de 1997) o el Estatuto de Protección al Consumidor, según sea el caso.
- Los fabricantes, comercializadores e importadores de bienes y servicios con el régimen a que hace referencia la Ley 73 de 1981 y Ley 446 de 1998.
- Las personas particulares, no contempladas anteriormente, con el régimen establecido en las normas civiles o penales.

LUIS ERNESTO MEJÍA CASTRO
Ministro de Minas y Energía

DAG/WUV